667-7

WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE

DER

DEUTSCHEN TIEFSEE-EXPEDITION

AUF DEM DAMPFER „VALDIVIA“ 1898-1899

IM AUFTRAGE DES REICHSAMTES DES INNERN

HERAUSGEGEBEN VON

CARL CHUN

PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN LEIPZIG

LEITER DER EXPEDITION

ZWÖLFTER BAND

VIERTE LIEFERUNG

G. NEUMANN

Die Pyrosomen

Mit 12 Tafeln, 1 Karte und 14 Abbildungen im Text

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1913

Preis für Text und Atlas: für Abnehmer des ganzen Werkes: 29 Mark 50 Pf.
für den Einzelverkauf: 35 Mark.

Die Ontogenie der Primatenzähne. Versuch einer Lösung der Gebißprobleme. Von Prof. Dr. **L. Bolk**, Direktor des anatomischen Instituts der Universität Amsterdam. Odontologische Studien I. Mit 2 Tafeln und 74 Abbildungen im Text. (VII, 122 S. gr. 8°.) 1913.
Preis: 5 Mark.

Inhalt: 1. Die laterale Schmelzleiste und die Schmelznische. — 2. Das Schmelzseptum und der Schmelznabel. — 3. Die Nebenleiste (rudimentäre Zahndrüsenleiste). — 4. Ueber die Beziehung des Säugerzahnes und Säugergebisses zum Zahn und Gebiß der Reptilien.

Das Cerebellum der Säugetiere. Eine vergleichend anatomische Untersuchung von Prof. Dr. **Louis Bolk** in Amsterdam. Mit 3 Tafeln und 183 Abbildungen im Text. (IX, 338 S. gr. 8°.) 1906.
Preis: 15 Mark.

Inhalt: Einleitung und Historisches. — Deskription des Cerebellum von Lemur albifrons. — Der Medianschnitt des Cerebellum und die Verästelungsweise des Arbor vital. — Der Lobus anterior. — Der Lobus posterior (Allgemeines). — Der Lobulus simplex. — Der Lobulus medianus posterior. — Die Lobuli laterales posteriores (Allgemeines). — Der Lobulus paramedianus. — Ueber den Zusammenhang der Seitenteile mit der medianen Zone im Cerebellum. — Der Lobulus ansiformis und paramedianus des Primatencerebellum. — Zur Entwicklung des menschlichen Cerebellum. — Die Formatio vermicularis. — Ueber die physiologische Bedeutung des Cerebellum. — Sachregister.

Vademecum anatomicum. **Kritisch-etymologisches Wörterbuch der systematischen Anatomie.** Mit besonderer Berücksichtigung der Synonymen. Nebst einem Anhang: Die anatomischen Schriftsteller des Altertums bis zur Neuzeit. Von Dr. **Paul de Terra**, Zollikon Zürich. (XVI, 648 S. 8°.) 1913. Preis: 15 Mark, geb. 16 Mark.

Ein Wörterbuch, das die ganze Anatomie umfaßt und jeden anatomischen Teil des menschlichen Körpers aufführt, hat bisher noch nicht existiert und wird für weitere Kreise, die sich über die medizinischen Beziehungen orientieren wollen, von Bedeutung sein. Gerade auch um deswillen, weil es die Synonyma systematisch berücksichtigt, wird es außer für die Studenten auch für die praktischen Aerzte von nicht zu unterschätzendem Nutzen sein und ganz besonders für alle solche, die auf diesen Gebieten literarisch tätig sind.

Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten. Von Dr. **Paul de Terra**, vorm. Zahnarzt in Zürich. Mit 200 Abbild. im Text. 1911. Preis: 12 Mark, geb. 13 Mark.

Inhaltsverzeichnis: Einleitung: Terminologie. — Allgemeine Entwicklungsgeschichte. — Zoologische Einteilung der Vertebraten. — Bedeutung des Tiersystems. — Zeitliche Verbreitung der Tiere. — I. **Kopf- und Mundhöhle.** Schädel der Vertebraten. — Schädel der Säugetiere. — Kieferapparat der Vertebraten. — Anatomie des Kauapparates. — Entwicklung der Mundhöhle. — Wachstum der Kieferknochen. — Verknöcherung und Verkalkung. — II. **Die Zähne im allgemeinen.** Bedeutung der Zähne. — Vorkommen der Zähne. — Anordnung der Zähne. — Zahl der Zähne. — Form der Zähne. — Ursprung der Zahnformen. — Entwicklung der Zahnformen. — Uebergang der Zahnformen. — Homologie der Zähne. — Makroskopischer Bau der Zähne. — Mikroskopischer Bau der Zähne. — Entwicklung der Zähne: Zahnentwicklung der Säugetiere. — Zahnentwicklung der niederen Vertebraten. — Zahnentwicklung der Fische. — Zahnentwicklung der Amphibien. — Zahnentwicklung der Reptilien. — Dentition: Dentition der Vertebraten. — Mechanismus des Durchbruches. — Erste Dentition beim Menschen. — Zweite Dentition beim Menschen. — Dritte Dentition. — Reduktion des Gebisses. — Höcker der Molaren. — Ueberzahl der Zähne. — Heredität. — Chemische Zusammensetzung der Zähne. — Nerven und Gefäße der Zähne. — Befestigung der Zähne. — Die Zahnformel. — III. **Die Zähne nach den Klassen des Tierreiches.** 1. Klasse: Die Fische. — 2. Klasse: Die Amphibien. — 3. Klasse: Die Reptilien. — 4. Klasse: Die Vögel. — 5. Klasse: Die Säugetiere. — Das Gebiß der Affen im Vergleiche zum menschlichen. — Die Bezahnung des Menschen. — Literaturverzeichnis (mit ca. 3000 Titeln). — Register.

Anatom. Anzeiger, Bd. 38, Nr. 12/13 vom 17. Februar 1911:

... Verf., früher Zahnarzt in Zürich, füllt eine in der deutschen odontologischen Literatur seit langem empfundene Lücke aus, indem er eine umfassende Darstellung des Zahnsystems der Wirbeltiere auf phylogenetischer Basis gibt. Angesichts der zahlreichen, noch strittigen Fragen auf diesem Gebiete ist es schwierig, schon heute ein eigentliches Lehrbuch zu schreiben. Trotzdem hat der Verf. versucht, eine zusammenhängende und übersichtliche Darstellung der neueren und neuesten Forschungsergebnisse zu liefern. Dieser Versuch ist als ein wohlgelungener zu bezeichnen.

Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. Von Prof. Dr. **H. Jordan.** Erster Band. **Die Ernährung:** Nahrung, Nahrungserwerb, Nahrungsaufnahme, Verdauung und Assimilation. Mit 277 Abbildungen im Text. (XXII, 738 S. gr. 8°.) 1913.
Preis: 24 Mark, geb. 26 Mark 50 Pf.

Es ist die Aufgabe des vorliegenden Buches, die eigentlichen Lebenserscheinungen (bei Wirbellosen) in größtmöglicher Einheitlichkeit vorzutragen: es wird hier die Physiologie recht eigentlich von ihrer „biologischen“ Seite, im modernsten Sinne des Wortes, dargestellt. So ruht das Schwergewicht der Bearbeitung auf den Abschnitten über Ernährung, Blut, Atmung, Stoffwechsel, Exkretion, Bewegung, Nervensystem, Sinnesorgane, „Psychologie“. Der Stoff ist wirklich verarbeitet, nicht etwa nur in einer Reihe von Referaten aneinandergereiht, also ein jeweils in sich geschlossenes einheitliches Bild von jedem Vorgang entworfen. Das Buch ist bestimmt, sowohl dem Gelehrten das Material und einige Anregung zu geben, wie dem Lernenden und Aufschlußsuchenden eine vollkommene Einführung in das große Gebiet zu geben. Der Zoologe, wie der Biologe überhaupt, der Mediziner und der anatomische Forscher werden dieses Werk als eine Bereicherung der Fachliteratur begrüßen.

WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE

DER

DEUTSCHEN TIEFSEE-EXPEDITION

AUF DEM DAMPFER „VALDIVIA“ 1898-1899

IM AUFTRAGE DES REICHSAMTES DES INNERN

HERAUSGEGEBEN VON

CARL CHUN

PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN LEIPZIG

LEITER DER EXPEDITION

ZWÖLFTER BAND

Mit 44 Tafeln, 3 Karten und 59 Abbildungen im Text

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1913

8083
PW76
v.124

Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Inhalt des zwölften Bandes.

Seite

Amphioxides. Von RICHARD GOLDSCHMIDT. Mit Tafel I—X und 10 Abbildungen und 1 Karte im Text 1

Doliolum. Von GÜNTHER NEUMANN. Mit Tafel XI—XXV, einer Karte und 20 Abbildungen im Text 93

Salpen der Deutschen Tiefsee-Expedition. Von C. APSTEIN. Mit Tafel XXVI—XXXII und 15 Abbildungen im Text 245

Die Pyrosomen der Deutschen Tiefsee-Expedition. Von G. NEUMANN. Mit Tafel XXXIII—XLIV, 1 Karte und 14 Abbildungen im Text 291

Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/wissenschaftlich1241vald

Die Pyrosomen

der Deutschen Tiefsee-Expedition

Von

G. Neumann

Mit Tafel XXXIII—XLIV [I—XII], 1 Karte und 14 Abbildungen im Text.

Eingegangen bei der Redaktion den 14. Juli 1912.

C. Chun.

Einleitung.

Die Pyrosomen-Familie dürfte neben den Salpen die am gründlichsten durchgearbeitete Gruppe der Thaliaceen, der freischwimmenden Tunicaten, sein. Die ältesten Untersuchungen von Peron, Lesueur und Savigny waren natürlich morphologisch-systematischer Art. Jedoch schon Vogt, Keferstein und Ehlers, vornehmlich aber Huxley wurden von der Entwickelungsgeschichte der Pyrosomen angezogen, mit deren weiterer Erforschung sich in der Folgezeit eine stattliche Reihe der erfahrensten Forscher, wie Kowalevsky, Salensky, Seeliger, Korotneff und Julin beschäftigten.

Die grundlegenden Untersuchungen über die Embryonalentwickelung der Pyrosomen von Kowalevsky wurden später von Salensky und neuerdings von Korotneff und Julin wesentlich ergänzt und vertieft, und zwar verdanken wir Salensky wertvolle Beobachtungen vornehmlich über die postembryonale Entwickelung (die Bildung des tetrazooiden Embryos und der Primärascidiozooide), während uns Korotneff mit allen Stadien der Furchung und Keimblätterbildung des Pyrosomeneies vertraut machte. Diesen Untersuchungen fügte endlich Julin in jüngster Zeit eine Reihe weiterer Beobachtungen hinzu.

Mit der Knospung der Pyrosomen beschäftigten sich außer Huxley und Kowalevsky in jüngerer Zeit insbesondere Joliet, Seeliger und Bonnevie. Seeliger gab außerdem in seinen „Pyrosomen der Plankton-Expedition“ zugleich eine vollständige monographische Darstellung der ganzen Gruppe.

Danach könnte es scheinen, als ob eine erneute Durcharbeitung dieser oder jener Seite völlig überflüssig sei. Allein — wie es wohl nicht anders sein kann — beim eingehenderen Studium der Arbeiten jener Forscher werden nicht nur da und dort Lücken erkennbar, sondern es ergeben sich auch seit langem bestehende Widersprüche, sogar in wichtigeren, allgemeiner interessierenden Fragen, vornehmlich der Entwickelungsgeschichte. Dem Fachmann sind die auf Bau und Entwickelung des Stolo prolifer der Pyrosomen bezüglichen Kontroversen zwischen Salensky und Seeliger, und zwischen Seeliger und Joliet einerseits und Bonnevie andererseits bekannt. Es erschien somit geboten, das vorzüglich konservierte Pyrosomenmaterial der „Deutschen Tiefsee-Expedition“, soweit es dazu ausreichte, vornehmlich für diese schwebenden entwickelungsgeschichtlichen Fragen auszunutzen. Wenn das Material gleichzeitig auch mancherlei morphologische und histologische Beobachtungen mehr nebenher zu machen gestattete, und bekannte, von anderen Expeditionen zuerst erbeutete Species genauer zu beschreiben und zu zeichnen ermöglichte, so verdanken wir dies hauptsächlich dem ausgezeichneten Erhaltungszustande der Stöcke.

Die Pyrosomen der „Deutschen Tiefsee-Expedition“ wurden mir im Sommer 1908 anvertraut, nach dem Tode von Prof. SEELIGER, dem ursprünglich die Bearbeitung dieser Gruppe übertragen war. Irgend welche Untersuchungen oder auch nur Vorarbeiten waren von dem seit langem kranken, verdienten Forscher nicht vorgenommen worden. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Geheimen Rat Prof. Dr. CHUN, meinem hochverehrten Lehrer, für die Uebertragung der Bearbeitung des prachtvollen Materials verbindlichsten Dank auszusprechen.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Teile, einen entwickelungsgeschichtlichen, systematischen und faunistischen. Im ersten sollen zunächst einige Beobachtungen über den Aufbau des Pyrosomenstockes und über das zeitliche Verhältnis von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung mitgeteilt werden, sodann die schwebenden Fragen hinsichtlich der Bildung und Zusammensetzung des Stolos behandelt und endlich einige Punkte der postembryonalen Entwickelung herausgegriffen werden. Der systematische Teil wird außer der Beschreibung der neuen Arten und mancherlei Daten über die bekannten Species einige morphologisch-histologische Beobachtungen enthalten. Im faunistischen Abschnitt soll die horizontale und vertikale Verbreitung besprochen werden.

Material und Methode.

Das von der „Valdivia“ erbeutete Pyrosomenmaterial weist zwar neben 3 neuen alle bisher sicher bekannten Arten auf, ist aber an Menge keineswegs sehr groß. Die Hauptmasse machen mittlere und kleinere Kolonien aus; größere Stöcke wurden, wenn wir von den Bruchstücken der Riesenkolonien von *P. spinosum* absehen, nur vereinzelt gefangen. Dieser Umstand macht das Material nur wertvoller. Gerade die kleineren, aus wenigen Etagen bestehenden, durchsichtigen Stöckchen ermöglichten nicht nur Beobachtungen über die Gesetzmäßigkeiten der Stockbildung und über die Beziehungen der Fortpflanzungsverhältnisse, sondern eigneten sich wegen ihrer vorzüglichen Konservierung auch zu histologisch-entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen.

Die Konservierung der kleinen Kolonien war meist in FLEMMING'scher Flüssigkeit, vereinzelt auch mit Sublimat, die der großen in Alkohol geschehen.

In dieser Beziehung darf ich vielleicht auch für die Pyrosomen bemerken, was ich schon für die Doliolen der „Valdivia“ gethan habe, daß nämlich nach meinen Erfahrungen unter jenen Konservierungsflüssigkeiten die FLEMMING'sche bei weitem die besten Resultate liefert. Die Schnitte zeigen das mit Chrom-Osmium-Essigsäure behandelte Gewebe nicht nur tadellos erhalten, sondern, was bei der Untersuchung von eng aneinander liegenden Zellsträngen und Zellkomplexen (wie z. B. im jungen Stolo) von besonderem Werte ist, scharf konturiert und gegenseitig abgegrenzt. Aber auch beim Studium der Totoobjekte (Knospen, Embryonen) treten die Vorzüge dieser Konservierungsmethode hervor. Die distinkt gebräunten, kleinen Objekte lassen im aufgehellten Zustande recht klar die einzelnen Teile erkennen, Konturen treten mit einer Schärfe hervor, die meines Erachtens keine Totofärbung bei anderer Konservierung ergiebt. Natürlich wird das Totofärben der in Flemming konservierten Objekte dadurch in der Regel überflüssig.

Hinsichtlich der Untersuchungsmethode sei nur kurz bemerkt, daß sämtliche Schnitte, 3 μ dick, nach der Paraffinmethode hergestellt und stets mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN

gefärbt wurden. Nach derselben Methode wurden Totalpräparate nur zur Untersuchung des peripheren Nervenverlaufs und der Nervenendigungen gefärbt, wodurch auch die feinsten Aestchen aus der helleren Epidermis deutlich hervortreten. Alle Knospen, Embryonen und erwachsenen Ascidiozooide, soweit sie zeichnend untersucht oder geschnitten wurden, mußten natürlich mit Schere und Nadel unter der binokulären Lupe oft recht mühsam herauspräpariert werden.

I. Entwickelungsgeschichtlicher Teil.

1. Die Bildung des Pyrosomenstockes.

a) Die gesetzmässige Anordnung der Ascidiozooide im Pyrosomenstock.

Wenn wir im folgenden den successiven Aufbau der jungen Pyrosomenkolonie verfolgen, so dürfte es angezeigt sein, vorerst die bekannte gesetzmäßige Anordnung der Ascidiozooide zum Stockganzen in Erinnerung zu bringen, als auch die gegenseitige Lagerung der Ascidiozooide innerhalb des Stockes zu berühren.

Bekanntlich liegen die Ascidiozooide, vom gemeinsamen Cellulosemantel völlig umhüllt, in einschichtiger Lage um die gemeinsame Cloacal- oder Stockhöhle so angeordnet, daß alle ihre Ingestionsöffnungen nach außen, die Cloacalöffnungen dagegen nach der Stockhöhle zu gerichtet sind. Dabei werden normalerweise die Ventralseiten aller Einzeltiere der geschlossenen Spitze, die Dorsalseiten aber der geöffneten Stockbasis zugekehrt. Ausnahmen von dieser Regel lassen sich zuweilen bei alten, sehr großen Kolonien, z. B. von *P. spinosum* und *P. giganteum*, beobachten.

Innerhalb dieser gesetzmäßigen Lagerung zum Stockganzen sind nun die Ascidiozooide in älteren Kolonien zu einander nach zwei Modalitäten geordnet. Bei allen Arten, außer *P. verticillatum*, herrscht die staffelförmige Anordnung vor, d. h. je ein Tier steht dicht in dem dorsalen oder ventralen Zwischenraume zwischen zwei benachbarten Ascidiozooiden. In den seltensten Fällen ist diese Verteilung allerdings ganz streng innegehalten; sie erscheint mindestens oft während des Wachstums der Kolonie durch wandernde Knospen oder jüngere Tiere gestört. Am schönsten dürfte diese Anordnung bei den alten, großen Kolonien von *P. spinosum* zu beobachten sein, in denen dann allerdings jüngere Tiere gar nicht mehr vorhanden sind, weil die Knospung bereits zum Abschluß gekommen ist. Schon Herdman (1888, S. 31) macht auf diese Thatsache mit den Worten aufmerksam: „They are arranged with considerable regularity in rows, the Ascidiozooids in adjacent rows alternating with one another".

Den anderen Typus der Anordnung der Einzeltiere zu einander weist von den bisher bekannten Arten nur eine, nämlich eben *P. verticillatum*, auf. Hier liegen die Ascidiozooide in unter sich parallelen Ringen oder Etagen angeordnet, die streng in einer horizontalen Ebene (also senkrecht zur Stockachse) verlaufen und durch breite Mantelzwischenräume getrennt sind, in denen nie ausgebildete Tiere, sondern höchstens auf Wanderung befindliche Knospen zu beobachten sind.

Es könnte eingewendet werden, daß auch die jungen, etwa bis 1 cm langen Stöckchen wohl aller Arten (für *P. Agassizi* und *P. spinosum* ist es mir nicht bekannt, weil das Material keine kleinen Kolonien dieser Arten barg) diese für *P. verticillatum* charakteristische Anordnung in getrennten Etagen erkennen lassen. Allein, wie unten gezeigt werden soll, ist bei den anderen Arten diese etagen- oder ringförmige Verteilung der Ascidiozooide nur vorübergehend, im jungen Stöckchen vorhanden, sie erstreckt sich je nach der Species auf etwa 3—7 Etagen, wird z. B. von *P. aherniosum* länger (über 6—8 Ringe) als von *P. giganteum* und von diesem länger als z. B. von *P. atlanticum* festgehalten. Von *P. verticillatum* aber möchte ich bestimmt glauben, daß die Anordnung in Etagen zeitlebens bestehen bleibt, und zwar aus folgenden Gründen: Die 15 von der „Valdivia" gefischten größeren Kolonien zeigen keine Ausnahme von dieser Regel. Die größte unter ihnen besteht aus 20 Etagen, und durch sämtliche 20 Ringe hindurch erscheint diese höchst charakteristische Anordnung aufrecht erhalten und nicht durch ein einziges der 300 Ascidiozooide gestört. Eine solche Anzahl ringförmiger Etagen ist noch bei keiner anderen Form beobachtet worden. Allerdings ist dieses Stöcken nur 3 cm lang. Aber es ist höchst wahrscheinlich, daß, wie unten auf Grund der geschlechtlichen Verhältnisse dieser Species gezeigt werden soll, *P. verticillatum* zu den Formen zu zählen ist, die nur eine geringe maximale Stockgröße erlangen.

Es soll in diesem Zusammenhange nicht unerwähnt bleiben, daß bereits LESUEUR (1813, 1815) eine neue Form unter dem Namen *P. elegans* beschrieb, die sich von den anderen damals bekannten Pyrosomenarten *(P. giganteum* und *atlanticum)* durch den regelmäßigen Aufbau in Etagen oder Ringen unterscheiden sollte. Er wurde dazu zweifellos durch jene jungen Stöckchen irgend einer Art (wahrscheinlich von *P. giganteum*) veranlasst, denn es hat sich herausgestellt, daß *P. elegans* hypothetisch ist (vgl. darüber SEELIGER 1895, S. 59 ff., und NEUMANN 1909). SAVIGNY (1816) benutzte diese Unterschiede in der Verteilung der Ascidiozooide, um die drei damals bekannten Arten *P. elegans* einerseits und *P. atlanticum* und *giganteum* andererseits als Pyrosomata verticillata und Pyrosomata paniculata im System zu trennen. SEELIGER war daher im Recht, wenn er behauptete, daß von SAVIGNY hier eine Eigentümlichkeit zum obersten Einteilungsprinzip erhoben worden sei, die in verschiedenen Altersperioden an ein und derselben Kolonie auftrete. Es dürfte jedoch nunmehr feststehen (s. unten S. 303), daß in der That eine Form existiert, welche gewissermaßen jenen Jugendzustand in der Knospenanordnung, wie er bei allen Arten (vielleicht mit Ausnahme von *P. spinosum* und *Agassizi*) wiederkehrt, auch in späteren Stadien der Stockbildung festhält.

b) Die Entstehung der gesetzmässigen Anordnung der Ascidiozooide im Pyrosomenstock.

Der Pyrosomenstock ist die Summe aller Einzelindividuen, die durch Knospung in letzter Linie aus dem Cyathozooid (HUXLEY), das ist das aus dem befruchteten Ei entstandene Muttertier oder Primärindividuum (Amme), hervorgegangen sind und in dauernder Verbindung miteinander bleiben. Das Cyathozooid schnürt bereits in frühen Embryonalstadien 4 Individuen, die „vier ersten Ascidiozooide" oder „Primärascidiozooide" der Kolonie ab, während es selbst, inmitten dieser

„Viererkolonie“ gelegen, schließlich vollständig resorbiert wird. Als Viererkolonie wird der Stock, der bis dahin (z. B. bei *P. giganteum* und *P. operculatum*) in der Cloacalhöhle oder (z. B. bei *P. verticillatum* und *P. aherniosum*) im rechten Peribranchialraum des Muttertieres gelegen war, geboren und sinkt nach den Beobachtungen von Chun (1888) in größere Meerestiefen, verweilt dort eine gewisse Zeit und steigt als größere, aus vielen Individuen bestehende Kolonie wieder an die Oberfläche.

Die 4 ersten Ascidiozooide, um 90° voneinander abstehend und mit ihren Ventralseiten der geschlossenen Stockspitze zugekehrt, schnüren nun, lange bevor sie selbst ihre definitive Größe erreicht haben, bekanntlich mittels ihres ventralen Stolos Knospen ab. Diese sind durch Quereinschnürungen entstanden, sitzen deshalb meist zu 3 bis 4 dicht hintereinander, in distaler Richtung natürlich an Alter und Größe zunehmend, und erweisen sich ebenso orientiert wie ihre Muttertiere, nämlich die Ventralseite der Stockspitze zugekehrt. Jede der vier Knospenketten ist nun nicht geradeaus, ventral (in der Richtung der Achse der jungen Kolonie) vorgestreckt, sondern erscheint stets nach der linken Körperseite des Muttertieres zu mehr oder weniger in den entsprechenden Zwischenraum zwischen 2 Primärascidiozooide gebogen. Nach der Abschnürung bleiben die Knospen nicht an ihren Ursprungsstellen liegen, sondern wandern im Cellulosemantel[1]) in dorsaler Richtung zwischen den Primärascidiozooiden, von welchen sie gebildet wurden, hindurch, um neue, dorsal, also gegen die geöffnete Stockbasis zu gelegene „Etagen“ aufzubauen. Dabei nimmt jede Knospe zufolge der erwähnten Krümmung des Stolos nach links ihren Weg streng entlang der linken Flanke des Muttertieres. Sie bleibt auch während dieser Wanderung mit ihrer Ventralseite der Stockspitze zugekehrt.

Die 4 ersten, nahezu gleichalterigen und und ungefähr gleichzeitig abmarschierenden Wanderknospen (erster Ordnung) placieren sich nun so, daß je eine dorsal über den Zwischenraum zwischen zwei Primärascidiozooiden zu liegen kommt. Ihre Medianebenen bilden mit denen der benachbarten Primärascidiozooide Winkel von 45°, während sie

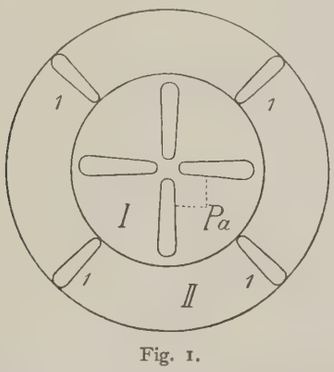


Fig. 1.

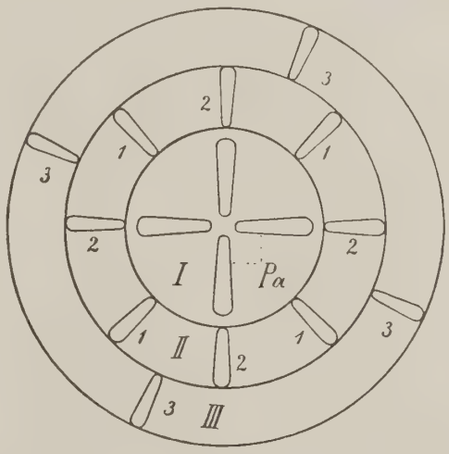


Fig. 2.

Figg. 1—4. Schemata der Knospenanordnung. *Pa* Primärascidiozooide; *I*, *II*—*V* = 1., 2.—5. Etage; *1*, *2*—*8* = Knospen 1., 2.—8. Ordnung.

untereinander um 90° abstehen. Dabei ist natürlich jede links seitlich über einem Ascidiozooid liegende Knospe das Tochtertier desselben (Textfig. 1, *1*). Der nun folgende zweite Trupp von

1) Vgl. unten S. 305.

4 Wanderknospen (zweiter Ordnung) der 4 Primärascidiozooide schwenkt ebenfalls in diese 2. Etage ein, die von den 4 ersten Knospen gebildet wurde; und zwar tritt jede dieser zweiten 4 Knospen genau über dasjenige Primärascidiozooid, von welchem es abstammt (Textfig. 2, 2). So ist eine 2. Etage von 8 Individuen, 4 jüngeren und 4 älteren, die sich anfangs deutlich noch durch ihre verschiedene Größe unterscheiden, aufgebaut (Textfig. 2, *II*), und zwar so, daß jede erste Tochterknospe links vom Muttertier über dem Zwischenraume zwischen ihm und dem folgenden Primärascidiozooid, die zweite Tochter dagegen direkt über ihrer Mutter sitzt. Die Etage selbst liegt in einer horizontalen Ebene, also senkrecht zur Stockachse, und ihre 8 Glieder stehen um je 45° voneinander ab (Taf. XLII, Fig. 6).

Jetzt wiederholt sich dasselbe Schauspiel. Eine dritte Gruppe von 4 Wanderknospen (dritter Ordnung) beginnt eine dritte, dorsal vor der zweiten gelegene Etage aufzubauen (Textfig. 2, *III*). Wieder zieht jede Wanderknospe an der linken Flanke ihres Muttertieres durch die 4 Primärascidiozooide und weiterhin wiederum links von dem ältesten Schwesterindividuum (erster Ordnung) durch die 2. Etage hindurch, um sich schließlich ebenfalls dorsal über dem Zwischenraume links von der genannten älteren Schwester (erster Ordnung) so zu fixieren, daß sie um einen halben 45°-Winkel von ihr absteht, während sie vom Muttertier um drei Viertel eines rechten getrennt ist. Die 4 folgenden Wanderknospen eines vierten Trupps (vierter Ordnung), die wieder von den Primärascidiozooiden abstammen, reihen sich nun folgerichtig in der 3. Etage über die noch freien Zwischenräume zwischen den beiden ältesten Schwesterknospen (erster und zweiter Ordnung) im zweiten Ring ein (Textfig. 3, *4*), vom Muttertier, wie auch von den beiden älteren Schwesterindividuen (erster und zweiter Ordnung) um je einen halben 45°-Winkel abstehend. Somit ist ein dritter Ring formiert, dessen 8 Glieder mit denen des zweiten alternieren, indem sie alle in der Mitte über den Zwischenräumen der Individuen der 2. Etage placiert sind. Daraus folgt, daß der Abstand je zweier Individuen der eben gebildeten 3. Etage wieder 45° beträgt, während sie alle gegen die Tiere der 2. Etage um halbe 45°-Winkel gewendet erscheinen.

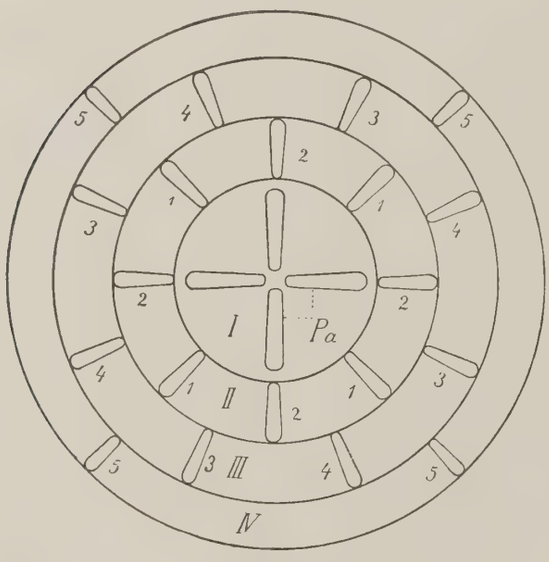


Fig. 3.

Ein fünfter Trupp von 4 Wanderknospen (fünfter Ordnung), deren Abmarsch nun allerdings schon nicht immer mehr gleichzeitig erfolgt, zieht auf dem kürzesten Wege durch die 3 Etagen hindurch und beginnt eine 4. Etage aufzubauen, indem eine jede Knospe sich über dem ältesten Schwestertier (erster Ordnung) der zweiten Reihe fixiert (Textfig. 3, *5*). Die folgenden 4 Knospen, die auch noch von den 4 Primärascidiozooiden abstammen, ordnen sich sodann wieder über den noch freien Zwischenräumen zwischen den entsprechenden Ascidiozooiden der 3. Etage ein, und zwar setzt sich vermutlich wieder jedes Tochtertier dieser 6. Gruppe

(Knospen sechster Ordnung) über die zweitälteste Schwester bezw. über das Muttertier (Textfig. 4, *6*). So liegen die 8 Individuen dieser 4. Etage genau über den Einzeltieren der 2. Etage, und zwar so, daß sie sich in ihrem Alter entsprechen, die 5. Tochterknospe (fünfter Ordnung) über der ältesten (erster Ordnung), die 6. über der zweiten.

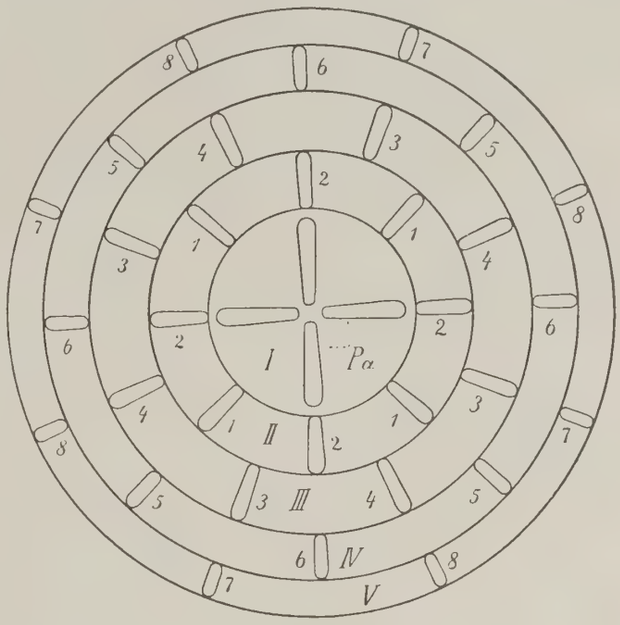


Fig. 4.

Bei *P. aherniosum*, an welchem diese Verhältnisse vornehmlich studiert wurden, läßt sich nun zuweilen auch noch die gesetzmäßige Anlage einer 5. Etage verfolgen. Sie erfolgt dann nach demselben Modus. Die 7. Tochterknospe (siebenter Ordnung) fixiert sich über der dritten des 3. Ringes, die 8. vermutlich über der 4. (Textfig. 4).

Es sei hier ausdrücklich hervorgehoben, daß die eben geschilderte Art der Knospenanlagerung in dieser streng gesetzmäßigen Weise nicht an jedem Stöckchen von *P. aherniosum* zu beobachten ist, vielmehr lassen sich oft Abweichungen davon konstatieren. Das trifft beispielsweise meist für die Kolonien dazu, bei denen ein oder mehrere Primärascidiozooide früh geschwunden sind; dann setzen sich, was schon Seeliger (1895) beobachtete, auch die Etagen oft nicht aus 8, sondern aus einer geringeren Anzahl Individuen zusammen, wenn nicht, was bei sehr frühem Schwunde eines Primärascidiozooids oft erfolgt, eine Wanderknospe sofort in den freien Zwischenraum tritt und, die Lücke füllend, rasch heranwächst. Es trägt sich ferner manchmal zu, daß in einer Etage, z. B. in der vierten, noch eine Knospe fehlt und dafür ein oder zwei Individuen sich darüber zu einer 5. vereinigen.

Unter dem Material der „Deutschen Tiefsee-Expedition“ finden sich eine Reihe junger zwei- und dreireihiger Stöckchen von *P. aherniosum* und *giganteum*, bei denen die Individuen der 3. Etage sich so eingeordnet hatten, daß die 4 älteren Knospen (dritter Ordnung) nicht links, sondern rechts über der ältesten Schwester (erster Ordnung) saßen, die jüngeren 4 (vierter Ordnung) dafür links von jener Platz genommen hatten. Es zogen also die älteren 4 zwischen den beiden ältesten Schwestertieren in der 2. Etage hindurch, in den dem Muttertier näheren Zwischenraum, sie wählten den kürzeren Weg, die jüngeren 4 Wanderknospen den längeren. Leider konnte ich, da weitere Stadien (mit 4 oder 5 Etagen) fehlten, nicht feststellen, ob dann auch die Individuen der 5. Etage entsprechend zuerst rechts, also über dem ältesten Schwestertier (vierter Ordnung) der 3. Etage sich fixieren würden, die jüngeren 4 Knospen (der achten Ordnung) links über den jüngeren Gliedern (dritter Ordnung) der 3. Etage. Am Gesamtaufbau würde dadurch übrigens nichts geändert werden.

Ueberblicken wir die Vorgänge der ersten Stockbildung, so ergiebt sich folgende Gesetzmäßigkeit der Knospenanlagerung: Die 4 Wanderknospen erster Ordnung fixieren

sich dorsal über dem Zwischenraume links vom Muttertier, die 4 Wanderknospen zweiter Ordnung direkt über ihrem Muttertier. Sie bauen, um 45° voneinander abstehend, die 1. Etage auf. Nunmehr setzen sich 4 Wanderknospen dritter Ordnung über dem Zwischenraume links vom Schwestertier erster Ordnung fest, die Wanderknospen vierter Ordnung über dem Zwischenraume rechts vom Schwestertier erster Ordnung. Sie formieren zusammen die 3. Etage. Es folgen 4 Wanderknospen fünfter Ordnung über dem Schwestertier erster Ordnung, 4 Wanderknospen sechster Ordnung über dem Schwestertier zweiter Ordnung. Sie bauen zusammen die 4. Etage auf. Endlich treten 4 Wanderknospen siebenter Ordnung über die Schwesterindividuen dritter Ordnung, 4 Wanderknospen achter Ordnung über die Schwestertiere vierter Ordnung. Sie setzen miteinander die 5. Etage zusammen.

Dieses gesetzmäßige Festsetzen der Wanderknospen weiterhin zu verfolgen, gelingt an konserviertem Material nicht; es dürfte auch in dieser Weise kaum weitergehen; denn nunmehr sind auch die Tochterascidiozooide (erster und zweiter Ordnung) der 2. Etage so weit herangewachsen, daß sie Knospen abschnüren, die mit denen der 4 Primärascidiozooide nach dem offenen Ende zu abwandern. Es beginnen die Tochtertiere im Vergleich zu den Primärascidiozooiden relativ spät mit diesem Geschäft, bei *P. aherniosum* etwa, nachdem von jedem der 4 ersten Ascidiozooide 7—8 Knospen abgeschnürt wurden. Jedenfalls werden die Verhältnisse undurchsichtig. Immerhin geschieht der Aufbau neuer Etagen normal in der Weise weiter, daß je eine Knospe über dem Zwischenraume zwischen 2 Individuen der vorhergehenden Etage oder, was dasselbe ist, direkt über einem Tiere der drittletzten Reihe sich festsetzt, so daß auch jede folgende Etage aus 8 Individuen besteht. Bei *P. aherniosum* lassen sich Stöcke von 7 bis 8 Etagen zu je 8 Individuen beobachten.

Weiterhin, in vielen Fällen sogar schon früher, nachdem außer den Ascidiozooiden der 1. und 2. Etage auch die der folgenden mit der Knospung begonnen haben, werden die Ringe oft gleich mit mehr als 8 Gliedern angelegt; ferner zwängen sich Wanderknospen zwischen die 8 Individuen der ersten Etagen ein, die Dicke des Stockes vergrößernd, und endlich erstehen zwischen den ursprünglichen neue Etagen, denen aber jene Regelmäßigkeit der ersten ganz abgeht. Der Stock wird also nicht nur am freien Ende, sondern in seiner ganzen Ausdehnung weitergebildet. Es ziehen nämlich die Wanderknospen nicht mehr, wie in früheren Stadien der Stockbildung, alle an das freie Ende der Kolonie, sondern die meisten der im Innern des Stockes von den mittleren Reihen abgeschnürten Knospen fixieren sich nach geringer Ortsveränderung oder sogleich am Orte ihrer Entstehung. Vornehmlich nur die Wanderknospen der letzten Reihen bilden die Kolonie am offenen Ende weiter. Jedenfalls finden Knospenwanderungen in dem ausgedehnten Maße wie im jüngeren Alter der Kolonie nicht mehr statt.

Auch ventral von den 4 Primärascidiozooiden bleiben in späteren Stadien der Stockbildung ausnahmsweise Knospen liegen. Es sind also in älteren Stöcken die an der geschlossenen Spitze gelegenen Tiere nicht immer die 4 ersten Ascidiozooide. Diese Thatsache hat Joliet (1881) offenbar zu der falschen Meinung veranlaßt, daß

die 4 Primärascidiozooide allmählich durch ihre Nachkommenschaft gewaltsam an das offene Basalende der Kolonie gedrängt würden, und daß sie nur dort zu finden seien.

Die Folge dieser eben geschilderten Verhältnisse ist schließlich insofern eine völlig wirre, regellose Lagerung der Einzeltiere, als junge und alte bunt durcheinander liegen, von den ursprünglichen, regelmäßig aufgebauten Etagen ist in den meisten Fällen nichts mehr zu erkennen.

Die Ascidiozooide sind nur noch von einer regelmäßig staffelförmigen Anordnung beherrscht; jedes Einzeltier steht im Zwischenraum zwischen zwei anderen. Sie sind um so dichter geschart, je mehr die Knospenproduktion das Gesamtwachstum des Stockes überwiegt. Jene wird abhängig sein von der Teilungsfähigkeit der aufbauenden Gewebe des Stolos, dieses von der Anzahl der erwachsenen, selbständig sich ernährenden Tiere, deren ektodermales Hautepithel ja den Cellulosemantel, in welchem die jungen Wanderknospen sich definitiv festsetzen, abscheidet und weiterbildet. Demzufolge bestehen bezüglich der Dichte der Anordnung der Ascidiozooide nicht nur unter den einzelnen Arten, sondern auch unter den Kolonien derselben Species merkliche Unterschiede.

Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, daß bezüglich der Zahl der regelmäßig angelegten achtgliedrigen Ringe oder, was dasselbe sagt, hinsichtlich des Zeitpunktes, wo in der Knospenanlagerung größere Unregelmäßigkeit eintritt, bei den einzelnen Arten erhebliche Verschiedenheiten herrschen. Während, wie erwähnt, bei *P. aherniosum* und, wie hinzugefügt sei, auch bei *P. giganteum* meist relativ lange Zeit eine regelmäßige Anlagerung der Knospen statthat, setzt bei anderen Arten (z. B. bei *P. atlanticum*) die Unregelmäßigkeit in der Eingliederung schon eher ein. Bei *P. giganteum* sind z. B. auch in $2^1/_2$ cm langen Stöckchen noch die ursprünglichen Reihen mit je 8 Tieren schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen, während z. B. bei *P. atlanticum* schon die 4. bis 6. Etage in der Regel mehr als 8 (9—14) Ascidiozooide aufweisen.

Eine besondere Eigentümlichkeit vieler Kolonien von *P. aherniosum* besteht darin, daß bereits in relativ sehr frühen Stadien der Stockbildung die ältesten Etagen durch dazwischen liegende jüngere getrennt erscheinen. Das Material enthält Stöckchen, bei denen die 4. Etage noch unvollständig ist, während bereits über (hinter) der ersten (von den 4 Primärascidiozooiden gebildeten) Reihe ein Ring bedeutend jüngerer Einzeltiere gebildet erscheint. Es ist also die ursprüngliche 1. und 2. Etage bereits durch eine jüngere getrennt, die normalerweise über (hinter) der zweiten gelagert sein müßte, wo zur Zeit eine 4. Etage im Entstehen begriffen ist, deren Einzeltiere in Bezug auf Größe und Ausbildung denen der zwischengeschobenen jüngeren etwa gleichen. In diesem Falle wanderten also die von den Primärascidiozooiden später produzierten Knospen (die früheren oder älteren hatten bereits die 2. Etage aufgebaut) nicht bis an das offene Ende des Stockes (hinter die 2. Etage), sondern setzten sich bereits in dem Zwischenraume der 1. und 2. Reihe fest. Erst als hier alle 8 verfügbaren Plätze besetzt waren, zogen die folgenden Wanderknospen der Primärascidiozooide hinter die 3., dem Alter nach 2. Reihe, um einen 4. Ring an der offenen Stockbasis zusammenzusetzen.

Als Beleg für diese Vorgänge sei folgendes Beispiel angegeben:

Bei einem Stöckchen stehen

in der 1. Reihe 4 Ascidiozooide
„ „ 2. „ 8 „
„ „ 3. „ 8 „
„ „ 4. „ 4 „

Dem Alter nach rangiert die 3. Reihe vor der 2.; die 4. unmittelbar nach der 2.; denn die 4. Reihe ist ja erst zur Hälfte aufgebaut, da sie erst 4 von 8 Einzeltieren, die sie bekommen muß, enthält.

Reihen- und Altersfolge stellen sich also so dar:

Reihenfolge: 1 2 3 4
Altersfolge: 1 3 2 4.

In anderen Kolonien erfolgte die Eingliederung einer jüngeren Reihe in späterem Alter des Stockes, nachdem 3 und mehr Etagen regelmäßig und vollständig aufgebaut waren. So zeigt ein Stöckchen, welches

in Reihe 1 4
„ „ 2 8
„ „ 3 8
„ „ 4 2 Ascidiozooide enthält,

zu der Reihenfolge 1 2 3 4 5
folgende Altersfolge: 1 4 2 3 5,

d. h. die 2. Reihe des Stockes steht dem Alter nach an vierter Stelle, müßte also normaler Weise auch die 4. Reihe bilden, d. h. hinter der jetzt im Stock an vierter Stelle stehenden rangieren, welche ihr im Alter vorausgeht; oder in Bezug auf die Lage im Stocke müßte sie sich an derselben Stelle befinden, wo die dem Alter nach dritte thatsächlich im Stocke liegt, während diese letztere selbst die 3. Reihe darstellen sollte.

In einem achtreihigen Stöckchen finden sich folgende Verhältnisse:

Reihenfolge der Etagen: 1 2 3 4 5 6 7 8
Altersfolge der Etagen: 1 5 2 3 4 6 7 8,

d. h. der hinter dem Primärascidiozooiden folgende Ring ist dem Alter nach sogar der fünfte. In diesen Fällen haben nicht mehr (wie oben) die Knospen der Primärascidiozooide diesen 2. Ring junger Tiere aufgebaut, sondern die Knospen der Ascidiozooide der jetzigen 3., dem Alter nach 2. Etage. Die Knospen fixierten sich unmittelbar an der Stelle ihrer Abschnürung, nämlich ventral vor ihrem Muttertier. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei einem 12-reihigen Stock von *P. aherniosum,* bei dem zwischen der 1. und 3. und zwischen der 3. und 5. Etage je ein Ring jüngerer Tiere sich eingeschoben hat.

Diese Eigentümlichkeit bedingt das charakteristische Aussehen vieler Stöcke von *P. aherniosum*: Sie sind nicht gleichmäßig kegelförmig nach dem offenen Ende zu verdickt, sondern erscheinen unter der Spitze eingeschnürt — hier stehen unter den 4 großen Primärascidiozooiden die jungen Etagen — und am Ende, wo die älteren Etagen gelegen sind, plötzlich verbreitert.

Es sei übrigens noch hervorgehoben, daß nicht alle Kolonien von *P. aherniosum* diese

Eigentümlichkeit aufweisen, sondern auch solche mit regelmäßiger Anordnung der Ringe zu beobachten sind.

Von den eben beschriebenen späteren Unregelmäßigkeiten in der Eingliederung der Wanderknospen ist nun, wie das vorhandene Material ausweist, allein *P. verticillatum* frei.

Ein Festsetzen von Wanderknospen zwischen den ursprünglichen Etagen, in den breiten Mantelzwischenstücken, also ein Längenwachstum der Kolonie von innen heraus, findet nicht statt; die Weiterbildung geschieht nur am offenen Basalende. Dagegen aber wird von vornherein auf die achtgliedrige Etage zu Gunsten einer mehrgliedrigen verzichtet, und ferner setzen sich gelegentlich nachfolgende Knospen in den Etagen, zwischen den älteren Ascidiozooiden fest, die Dicke des Stockes vergrößernd. Bereits die 3. Etage enthält meist 9—12 Einzeltiere, die Zahl 12 ist am häufigsten. Die 4. Etage zählt 12—15, die 5. und die folgenden Etagen meist 15 oder 16 Tiere, wobei dann natürlich die Anordnung normalerweise derart getroffen ist, daß je ein Tier der folgenden Etage über den Zwischenraum zwischen zwei solchen der vorhergehenden Reihe tritt. Folgende Zahlen mögen als Beleg dienen. Es fanden sich bei 9 verschiedenen Stöckchen

in Etage	1	2	3	4	5	6	7	8	
an Ascidiozooiden	4	8	12						Die eingeklammerten Zahlen
	4	8	12	13					bedeuten, daß dieser Ring
	4	8	12	14					noch nicht vollgliedrig ist.
	4	8	12	12	(12)				
	4	7	9	12	16				
	4	9	12	15	16				
	4	8	11	13	16	(15)			
	4	8	11	13	14	15	14	(9)	
	4	8	10	15	15	15	15	15	(6).

Von diesem eben geschilderten Modus weicht die Stockbildung von *P. spinosum* und *Agassizi*, 2 Arten, die, wie im systematischen Teile gezeigt werden wird, zweifellos eine enge Verwandtschaftsgruppe darstellen, beträchtlich ab (Textfig. 5 u. 6). Hier fällt schon auf, daß die 3—4 Knospen am Stolo gewissermaßen an langen Stielen aneinander gereiht sind: Der Stolo erscheint zwischen den einzelnen Knospen zu längeren Verbindungsstücken ausgezogen. Sieht man genauer zu, so zeigt sich, daß auch erwachsene Ascidiozooide, also entwickelte Knospen, noch durch einen feinen verbindenden Strang, der dann 3 bis 5 mal so lang ist, als in obiger Zeichnung dargestellt ist, letzten Endes mit dem Stolo des Muttertieres verbunden sind. Ich konnte bei einem jüngeren, 15 cm langen Stocke von *P. spinosum* in vielen Fällen bis 7 zusammenhängende Individuen nachweisen. Erst wenn der Stolo eines Tochtertieres selbst zu knospen beginnt, durchschnürt sich oft der Verbindungsstrang, durch den dieses Tier noch mit dem nächst älteren verbunden war. Die Anzahl der zu einer langgezogenen Kette vereinigten Tochterindividuen eines Muttertieres hängt also ab von dem Verhältnis der Knospenproduktion des Muttertieres zu dem Zeitpunkt, wo das Tochterindividuum knospungsfähig wird. Je rascher der Stolo des Muttertieres Knospen abschnürt, um so größer wird die Anzahl der zusammenhängenden Individuen sein und umgekehrt,

weil ja andererseits bis zum Eintritt der Knospungsfähigkeit eines Tochterindividuums in jedem Falle eine gewisse Zeit nötig ist. Daher findet man auch in Stöcken jüngeren und mittleren Alters, bei denen das Abschnüren der Knospen in rascher Folge sich vollzieht, zahlreiche Knospen an kürzeren Stielen vereinigt, in alten Kolonien dagegen, wo die Knospung nahezu zum Stillstand gekommen ist, höchstens 1—2 Individuen, das jüngere eine kleine

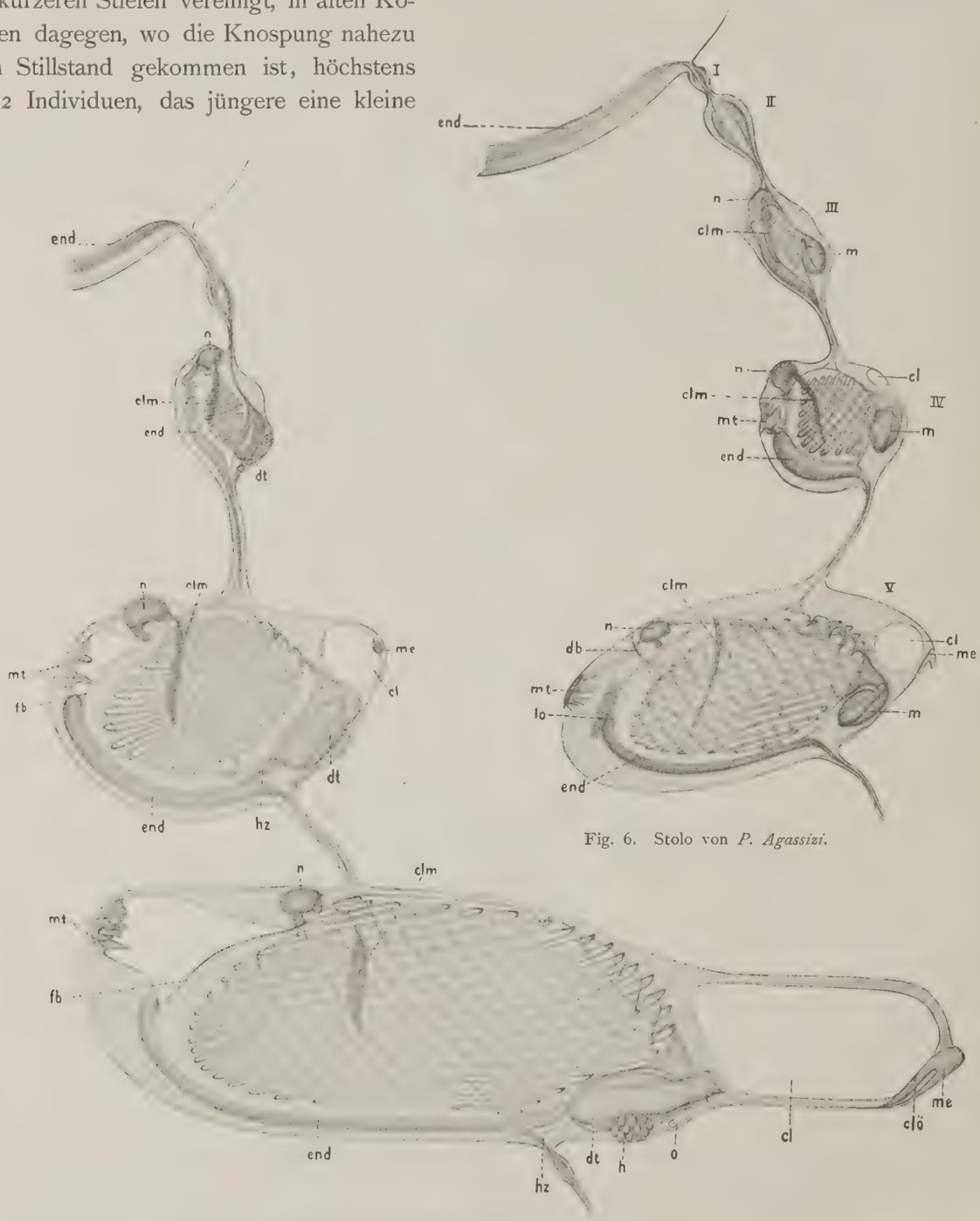


Fig. 6. Stolo von *P. Agassizi.*

Fig. 5. Stolo von *P. spinosum.*

Knospe, das ältere ein erwachsenes, bereits knospendes Tier, beide durch einen außerordentlich langen Stiel verbunden.

Ein freies, aktives Wandern der Knospen findet also bei *P. spinosum* und *Agassizi* nicht statt; die Knospen entfernen sich in dem Maße voneinander, als der Cellulosemantel sich ausbreitet, während sie alle untereinander durch Verlängerungen der Stoloepidermis so lange verbunden bleiben, bis sie selbst zu knospen beginnen. Daraus erklärt sich wohl auch die oben erwähnte, regelmäßigere staffelförmige Anordnung der Ascidiozooide, die besonders bei sehr alten Stücken von *P. spinosum* in die Augen fällt.

Aber auch noch eine andere Folge muß diese Art der Knospung haben. Während wir bei allen bekannten Arten (eben mit Ausnahme von *P. Agassizi* und *P. spinosum*) an der Spitze der Kolonien jüngeren und mittleren Alters die 4 Primärascidiozooide finden, weil ja alle von diesen produzierten Knospen in dorsaler Richtung, gegen die offene Basis zu, abwandern, kann das offenbar für *P. Agassizi* und *P. spinosum* kaum zutreffen. Wir sehen jedenfalls, wie die älteren Einzeltiere der Kolonie ihre Knospen an langen Stielen ventral vorschieben. Dadurch müssen sie selbst natürlich immer weiter von der Spitze weg nach dem offenen Basalende zu gedrängt werden. Verhielten sich nun die 4 Primärascidiozooide ebenso, dann müßten sie, anstatt an der Spitze, an der Basis gelegen sein, und nach der Spitze zu sollten sich um so jüngere Tiere nachweisen lassen, je näher sie derselben sind. Nun trifft man aber an der Spitze der Kolonien z. B. von *P. Agassizi* — von *P. spinosum* hat die „Valdivia" nur Bruchstücke von Stöcken erbeutet — nie jüngste Knospen, sondern auch stets ältere Tiere, allerdings fast immer ohne Knospen am Stolo. Es entsteht somit die Frage, ob sich die 4 Primärascidiozooide bei der Knospung ebenso wie später ihre Tochterindividuen verhalten, d. h. nichtwandernde Knospen an längeren Stielen ventral vorausschieben, oder ob sie wanderungsfähige Knospen abschnüren, welche sich dorsal vor ihnen fixieren und ihrerseits „gestielte" Knospen hervorbringen. Ich möchte nach gewissen Beobachtungen fast das letztere annehmen. Die Frage muß so lange offen bleiben, bis es gelingt, jüngste Kolonien von einer dieser beiden Formen zu fischen.

Häufig trifft man bei den Kolonien von *P. Agassizi* an der Spitze nur ein großes Ascidiozooid, welches eine eigentümliche Umbildung erfahren hat (Taf. XLI, Fig. 5). Seine Egestionsöffnung ist von der Hinterseite auf die dorsale und somit in die Achse des Stockes gerückt. Sie mündet an der Spitze des gemeinsamen Cloacalraumes. Auch der Darmtractus ist etwas nach der Rückenseite verschoben; die Leuchtorgane sind an die Ventralseite gerückt, sie liegen zu beiden Seiten des Endostyls. Der Cloacalmuskel ist geschwunden, der dorsale zipfelförmige Anhang an der Cloakenöffnung ebenfalls. Ich habe nie Knospen an seinem Stolo gesehen und möchte glauben, daß dieses Tier eines der Primärascidiozooide der Kolonie sei.

c) Das Wandern der Knospen.

Die Thatsache des Wanderns der abgeschnürten Knospen wurde, soviel ich weiß, zuerst von Seeliger (1895) festgestellt. Mit Bezug auf junge Stöckchen von *P. aherniosum* schreibt er beiläufig (S. 65): „Bei mehreren Stöckchen dieses Alters findet man zwischen den 3 Etagen junge Knospen, die im Begriff sind, sich nach dem Basalende zu vorzuschieben." Vor ihm hatte, wie erwähnt, Joliet (1881) noch angenommen, daß die 4 Primärascidiozooide durch die an ihren Ventralseiten entstehenden Knospen allmählich an das offene Basalende der Kolonie gedrängt würden.

Es ist nun höchst verwunderlich, daß den älteren Autoren eine Wahrnehmung an wandernden Knospen scheinbar völlig entgangen ist. Schon bei schwachen Vergrößerungen beobachtet man regelmäßig an deren Rückenseite, die, wie erwähnt, während der Vorwärtsbewegung stets der offenen Stockbasis zugekehrt bleibt, einen Schwarm von Zellen (Taf. XLI, Fig. 2) In der Form meist dreieckig-zipfelförmig, sitzt er mit breiter Basis der Rückenfläche an ihrem hervorragendsten Punkte auf. Zuweilen erscheint er auch in zwei schmale divergierende Zipfel geteilt. Mehr vereinzelt liegen Zellen auch an den beiden Flanken und an der Hinterseite der Wanderknospe.

Die genauere Untersuchung mit stärkeren Vergrößerungen und auf Schnitten ergiebt, daß es sich um Haufen langgestreckter, spindel- oder sternförmig verästelter Zellen handelt, die der Hauptmasse nach mit ihren Längsachsen in der Bewegungsrichtung liegen. Nur ein kleiner Teil, nämlich die unmittelbar am Knospenkörper befindlichen, erscheinen mit ihren Längsseiten platt an die Rückenfläche desselben angelegt. Mit ihren Zellleibern stehen sie untereinander in Verbindung. Histologisch sind sie von den spindel- und sternförmigen Mantelzellen nicht zu unterscheiden und daher zweifellos mit ihnen identisch: Ein meist langgestreckter, intensiv färbbarer Kern ist umgeben von einem blassen, granulierten Plasmakörper.

Wir dürften kaum fehlgehen, wenn wir diese Zellen als „Phorocyten“ betrachten, bestimmt, die junge Knospe vom Orte ihrer Entstehung an ihren definitiven Platz zu schleppen. Obschon ich kein lebendes Pyrosomenmaterial untersucht habe, möchte ich doch an dieser Deutung festhalten, und zwar aus folgenden Gründen: Diese Zellschwärme lassen sich an sämtlichen auf Wanderung befindlichen Knospen nachweisen, und zwar nur an deren Rückenseiten, die während der Wanderung in der Bewegungsrichtung liegen. Dagegen besitzen die an langen „Stielen“ aufgereihten, unter sich verbundenen Knospen von *P. Agassizi* und *spinosum* derartige Zellhaufen nicht, weil sie nicht wandern. Ferner beginnen die Zellen sich einzustellen, sobald eine Knospe unmittelbar vor ihrer Abschnürung steht, und sie verschwinden, sobald ihre Fixierung am definitiven Platze erfolgt ist. Endlich wissen wir, daß auch in anderen Tunicatengruppen, wo überhaupt Knospen wandern, Phorocyten dabei das Transportgeschäft übernehmen.

Bei *Anchinia* wies sie zuerst Korotneff (1883, 1884) und dann wieder Barrois (1885) nach. Für *Doliolum* stellte dasselbe gleichzeitig Barrois und für *Dolchinia* wieder Korotneff 1891) fest. Ich selbst (Neumann 1906) konnte mich über die geradezu erstaunlich exakte und vielgestaltige Tätigkeit der Phorocyten bei *Doliolum* genauer unterrichten.

Was den Ursprung der Phorocyten bei *Pyrosoma* anlangt, so dürfte es wohl zweifellos sein, daß es sich um spindel- und sternförmige Mantelzellen handelt, die sich diesem Transportgeschäft gewidmet haben. Die Zellen im Mantel von *Pyrosoma* sind von Salensky (1892) beim Studium der Embryonalentwickelung als ausgewanderte Mesodermelemente erkannt worden, und als solche sind sie wohl von Haus aus mehr oder weniger plastisch, amöboid, wenigstens deutet ihre außerordentlich verschiedene Form darauf hin. Histologisch sind Mantelzellen und Phorocyten nicht zu unterscheiden.

Jedenfalls läßt sich immer nachweisen, daß bereits unmittelbar vor der Abschnürung einer Knospe eine Anzahl Zellen am dorsalen Pol derselben an der Stelle versammelt sind, wo die Durchschnürung des Stolos erfolgt. Zwar sind sie zu der Zeit noch nicht irgendwie geordnet oder gerichtet, sondern offenbar nur in Bereitschaft, nach erfolgter Durchschnürung die Knospe,

wie sich nunmehr beobachten läßt, unter der Ventralseite des Muttertieres hervor und in die „Gasse" zwischen diesem und dem Nachbarascidiozooid einzuschleppen. Daß dabei, wie während der ganzen Wanderung, die Knospe stets vom Mantel umhüllt bleibt, also nie etwa auf seiner Oberfläche geschleppt wird, sondern stets im Innern desselben wandert, braucht kaum betont zu werden. Da nun normaler Weise in zwei- und mehrreihigen Stöckchen vor dieser Gasse (also basalwärts) der gerade Weg durch ein Ascidiozooid der folgenden Etage gesperrt erscheint (vgl. oben), muß der Kurs geändert, die Knospe entweder rechts oder links um dieses Ascidiozooid herumgezogen werden. An dieser Stelle befindliche Wanderknospen stehen daher mehr oder weniger quer zur Längsachse des Stockes. Dabei gelingt es öfters zu beobachten, wie der Phorocytenschwarm in zwei Zipfel sich aufgelöst hat, welche divergierend von der Knospe in der Richtung der beiden möglichen Wege ausstrahlen, offenbar ein Zeichen dafür, daß jeder Zipfel bemüht ist, die Knospe in seiner Richtung weiterzuschleppen. Gewisse Bilder lassen sogar den Schluß zu, daß in solchen Fällen der unterliegende Teil ausschwärmt.

Beim Einschwenken in eine solche „Gasse" verlängert sich der Zellenschwarm oft außerordentlich. Man sieht die vordersten Phorocyten bereits neben den Rückenflächen der Ascidiozooide dieser Etage (also basalwärts) aus der Gasse wieder hervorbrechen, in welche die Wanderknospe eben erst einbiegt. Der Zellschwarm hat also dann mindestens eine Länge, die der Höhe eines Ascidiozooids (2—3 mm) gleichkommt.

Während des Durchwanderns durch einen solchen engen Mantelzwischenraum zwischen zwei Ascidiozooiden werden sehr oft die seitlichen Körperwandungen derselben erheblich eingedrückt; die Peribranchialräume erscheinen auf schmale Spalte reduziert. Ich habe aber nie hier eine Knospe festgeklemmt gesehen.

Ist der definitive Platz erreicht, so löst sich die zipfelförmige Anordnung der Phorocyten auf. Man beobachtet ein mehr oder weniger ungeordnetes Durcheinander. Schnitte durch diese Zone lassen mit ziemlicher Sicherheit den Schluß zu, daß die Zellen nach vollendetem Transport nicht wieder in den Mantel ausschwärmen, aus dem sie gekommen sind, sondern daß sie degenerieren und wahrscheinlich resorbiert werden. Das Chromatin des Kernes ballt sich zu einzelnen schwarzen Klumpen zusammen, Vakuolen treten gleichzeitig auf, das Zellplasma geht in ein nicht-färbbares Gerinnsel über, oder, und das scheint für die in der Nähe des Knospenkörpers gelegenen Zellen zu gelten, der langgestreckte Kern wandelt sich in eine einzige, äußerst intensive färbbare Masse um, die der Knospenepidermis platt anliegt.

Was nun Ursprung und Ende der Phorocyten bei anderen Tunicaten anlangt, so wies Korotneff (1904) die ektodermale Abkunft bei *Doliolum* nach. Barrois (1885) war geneigt, sie bei *Anchinia* für umgebildete Mantelzellen zu halten, bei *Dolchinia* wären sie nach Korotneff (1891) von großen, sehr lebhaft amöboid beweglichen Zellen abzuleiten, welche das Innere des „Colonialtubus" (Rückenfortsatz der hypothetischen Amme) erfüllen.

Bemerkenswert ist die Uebereinstimmung, welche in Bezug auf das Ende der Phorocyten zwischen *Anchinia, Doliolum* und *Dolchinia* einerseits und *Pyrosoma* andererseits besteht. Hier wie dort degenerieren die Zellen, und deshalb lassen sich z. B. bei *Doliolum* (Neumann 1906) die gleichen Bilder wie bei *Pyrosoma* beobachten: An fixierten Knospen sitzen allenthalben jene stark verlängerten, äußerst intensiv färbbaren Kerne.

2. Das Reifen der Geschlechtsdrüsen und die Beziehungen zwischen geschlechtlicher Vermehrung und Knospung.

Die Pyrosomen sind als Zwittertiere geschlechtlich thätig; sie vermehren sich aber auch ungeschlechtlich durch Knospung, und ihre Knospen bilden einen Stock, der naturgemäß in jedem Bildungsstadium Tiere verschiedensten Alters beherbergen muß. Diese Thatsachen bedingen eine Reihe gegenseitiger Beziehungen unter den Geschlechtsverhältnissen, die meines Wissens noch nicht zum Gegenstande planmäßiger Beobachtung gemacht wurden. Es soll daher untersucht werden das Verhältnis der Reife von Hoden und Ei, ferner das Verhältnis der Geschlechtsreife zur Knospungsreife und endlich auch das Verhältnis von Geschlechtsreife, beziehungsweise Knospungsreife einerseits, zum Alter des Einzeltieres andererseits.

a) Hoden- und Eireife.

Was das Verhältnis der Reife von Hoden und Ei anlangt, so sind a priori natürlich drei Fälle möglich, nämlich gleichzeitige Reife, männliche und weibliche Vorreife (Protandrie und Protogynie). Alle drei Fälle kommen bei den Pyrosomen vor, wenn auch der erste, die gleichzeitige Reife, meistens gewissermaßen einen vorübergehenden Zustand, ein Durch- oder Uebergangsstadium darstellt. Untersucht man kleinere und mittlere (etwa bis 5 cm lange) Stöcke von *P. atlanticum* oder *giganteum*, so findet man in den erwachsenen Ascidiozooiden neben einem entwickelten, mit Spermatozoen angefüllten Hoden ein winziges Ei. Der Hoden reift also viel früher als das Ei. Wenn auch in jüngsten Tieren Hoden und Ei etwa auf gleicher Entwickelungsstufe stehen, so eilt doch weiterhin die Ausbildung des Hodens der des Eies beträchtlich voraus. In älteren, etwa 10—15 cm langen Kolonien von *P. giganteum* zeigen die ältesten Ascidiozooide einen gewaltigen, noch immer Spermatozoen produzierenden Hoden, während vom Ei nichts mehr zu entdecken ist: Es gelangte inzwischen zur Reife, wurde befruchtet, entwickelte sich zum Cyathozooid mit den 4 Primärascidiozooiden und ist als „Viererkolonie“ schließlich ausgestoßen, geboren worden. Da der Hoden zeitlebens Samenfäden produziert, ist natürlich Selbstbefruchtung nicht ausgeschlossen, sondern bei der Nähe der Ausmündungsgänge beider Geschlechtsdrüsen sogar wahrscheinlich, wenn nicht etwa andere gegensetzliche Eigenschaften chemischer Natur von Ei oder Sperma desselben Tieres — wie sie im Pflanzenreiche häufiger vorkommen — jene ausschließen. Der Befruchtungsvorgang selbst ist am lebenden Tiere noch nicht beobachtet worden, und daher kann diese Frage zurzeit auch nicht beantwortet werden. Jedenfalls müssen wir *P. atlanticum* und *giganteum* als protandrische Arten bezeichnen, wenn auch mit einer Einschränkung.

In den eben erwähnten 10—15 cm langen Kolonien von *P. giganteum* zeigen nämlich die jüngeren, regellos zwischen den älteren Einzeltieren placierten Ascidiozooide das Ei in allen Stadien der Entwickelung, von der Furchung bis zur fertigen Viererkolonie, während der Hoden zwar entsprechend, aber doch relativ viel weniger entwickelt erscheint, so daß also bei-

spielsweise dem gefurchten oder in der Keimblätterbildung begriffenen Ei in der Regel ein unentwickeltes Hodenknöspchen ohne Spermatozoen ansitzt, dem entwickelten Cyathozooid oder der Viererkolonie aber natürlich ein reifer Hoden gegenübersteht. Somit ist hier in den jüngeren (späteren) Ascidiozooidgenerationen Selbstbefruchtung ausgeschlossen, und die Ascidiozooide selbst sind protogyn zu nennen. Wir stehen also vor der Thatsache, daß in den Stöcken von *P. giganteum* und *atlanticum* die älteren Ascidiozooidgenerationen protandrisch, die jüngeren protogyn sind. Wollen wir aber den Geschlechtscharakter der Kolonie (als solcher) angeben, so müssen wir sie als protandrisch bezeichnen; denn zuerst erfolgt die Reifung des Hodens irgend eines (älteren) Ascidiozooides.

Aller Wahrscheinlichkeit nach sind auch *P. triangulum* und die beiden so nahe verwandten Arten *P. spinosum* und *P. Agassizi* zu den protandrischen Arten zu zählen.

Von *P. triangulum* (nov. spec.) erbeutete die „Valdivia" nur ein 8 cm langes Stöckchen, in welchem die älteren Ascidiozooide neben einem recht unentwickelten Ei einen mit Spermatozoen erfüllten Hoden aufweisen.

P. spinosum wurde nur in einzelnen Bruchstücken von höchst wahrscheinlich sehr großen Kolonien gefischt. In den vollentwickelten Ascidiozooiden derselben übertrifft der Hoden das Ei gewaltig an Ausbildung. Die ältesten Einzeltiere dagegen bergen ein riesiges in Keimblätterbildung begriffenes Ei, der Hoden dagegen erscheint regelmäßig in einzelne Zellreste zerfallen, wobei ich allerdings nicht zu entscheiden wage, ob das hohe Alter desselben oder mangelnde Konservierung den Grund dafür bilden. Von dem nahe verwandten *P. Agassizi* erbeutete die „Valdivia" bis 17 cm lange, schlanke Kolonien, deren Ascidiozooide sämtlich der Geschlechtsorgane vollständig entbehren, was unten noch genauer erörtert werden soll. Dasselbe stellten schon Ritter und Byxbee (1905) an den etwa gleich großen Kolonien des „Albatross" fest. Wie ich (1911) durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Krüger — Berlin mitteilen durfte, zeigen auch die über 1 m langen Stöcke dieser Art aus der Sammlung des Fürsten von Monaco keine Geschlechtszellen. Demnach kann in diesem besonderen Falle die Frage nach dem zeitlichen Verhältnis der Reife von Hoden und Ei nicht beantwortet, höchstens auf Grund der engen Verwandtschaft mit *P. spinosum* erschlossen werden.

Ganz anders als bei den genannten Arten [*P. giganteum, atlanticum, triangulum, spinosum* und *Agassizi*(?)] liegen die diesbezüglichen Verhältnisse bei *P. aherniosum*, *verticillatum* und *operculatum*.

Bei den Ascidiozooiden dieser Arten kann man schon bei oberflächlicher Beobachtung im rechten Peribranchial-, bezw. im Cloacalraum bereits fertige Viererkolonien antreffen, wenn der Hoden noch ein winziges, völlig unentwickeltes Knöspchen darstellt; und wenn der Hoden Spermatozoen produziert, haben die Ascidiozooide längst ihre Brut entleert. Somit ist bei den genannten Arten in diesen Fällen Selbstbefruchtung ausgeschlossen, jedoch nicht in allen, wie die genauere Beobachtung zeigt:

Schon Seeliger (1895) gab z. B. für *P. aherniosum* auch an, daß in den 4 Primärascidiozooiden erst der Hoden, dann das Ei reift. Ich kann diese Angabe für *P. aherniosum* durchaus bestätigen und habe dasselbe, und zwar noch viel klarer, bei *P. verticillatum* (nov. spec.) beobachten können. Während hier in den vier ersten Ascidiozooiden der Hoden das Ei ganz erheblich an Ausbildung übertrifft, jener auf der Höhe seiner Entwickelung steht, dieses aber noch

ganz unreif ist, zeigt in der 2. und noch mehr in der 3. Etage (vgl. oben S. 295 ff.) der Hoden eine geringere, das Ei dagegen eine fortgeschrittenere Entwickelung, so daß hier beide Organe in einem Tiere eine gleiche Ausbildung haben, z. B. beide reif sein können, womit Selbstbefruchtung natürlich gegeben wäre. In den folgenden Etagen (4—6) ändert sich nun dieses gegenseitige Verhältnis der Reife von Hoden und Ei in derselben Weise stetig, d. h. der Hoden bleibt mehr und mehr (in den Tieren gegen das offene Ende der Kolonie zu) hinter dem Ei zurück, oder, was dasselbe ist, dieses übertrifft an Ausbildung den Hoden um so mehr, je näher das Ascidiozooid an der Stockbasis liegt. So steht hier im unteren Teile der Kolonie in ein und demselben Ascidiozooid ein reifes, bezw. bereits bis zum Embryo entwickeltes Ei einem völlig unentwickelten Hoden gegenüber, und an der Spitze des Stockes besitzen die 4 ersten Ascidiozooide neben reifen Hoden unentwickelte Eier. Der Stock ist an der Spitze protandrisch, im unteren Teile protogyn, und in der Mitte kann gleichzeitig Reife vorherrschen, oder was dasselbe sagt, die älteren Ascidiozooidgenerationen sind protandrisch, die jüngeren protogyn.

Vergleicht man bei *P. verticillatum* also die Eier der Ascidiozooide der einzelnen Etagen miteinander, so zeigt sich etwa in 5—6-reihigen Stöcken, daß die Eier der 3. und 4. Etage am weitesten entwickelt sind, wobei in der Regel die Mehrzahl der Eier der 3. Etage noch fortgeschrittenere Stadien aufweist, als die der 4. Etage. Die Eier der Ascidiozooide in der 2. Etage sind wieder erheblich kleiner als die der Einzeltiere der 3. und auch als die der 4. Etage, obschon natürlich die Ascidiozooide der 4. Etage einige Generationen jünger und daher viel kleiner sind als die der 2. Die Eier der 4 Primärascidiozooide stehen wiederum an Größe hinter denen der Tochtertiere der 2. Etage zurück. Natürlich sind somit die Eier der Primärascidiozooide am meisten verschieden von denen der Individuen der 3. und 4. Etage, und zwar sind eben die Eier dieser Ascidiozooide der 3. und 4. Etage erheblich viel größer als die der Primärascidiozooide, was jedenfalls bemerkenswert erscheint, wenn man bedenkt, daß die Einzeltiere der 4. Etage um viele Generationen jünger sind als die Primärascidiozooide und kaum $^1/_2$—$^2/_3$ von deren Größe besitzen. Stehen doch die Eier der 4 ersten Ascidiozooide erst auf der Entwickelungsstufe der Eier der 5. bezw. 6. Reihe, deren Ascidiozooide etwa $^1/_3$ von der Größe der Primärascidiozooide besitzen.

Es zeigt sich also, daß die Entwickelung der weiblichen Geschlechtsdrüsen eines Ascidiozooids (bis zu einer gewissen Grenze) um so schneller erfolgt, je jünger die Generation ist, welcher dasselbe angehört. Die Gründe hierfür sollen unten erörtert werden. Daß die Ausbildung des Hodens zu der des Eies in umgekehrtem Verhältnis steht, wurde oben schon angegeben. Die Entwickelung des Hodens hält vielmehr mit der des Ascidiozooids selbst gleichen Schritt. Man könnte daher das Ergebnis auch so fassen: Die Tendenz zur weiblichen Vorreife ist um so stärker ausgeprägt, je jünger (bis zu einer gewissen Grenze) die Ascidiozooidgeneration ist.

Natürlich müssen auch ältere Stöcke dieses Verhalten zeigen, und zwar muß dasselbe in den verschiedenen, leichter zu beobachtenden Embryonalstadien noch klarer zum Ausdruck kommen. Es sei daher gestattet, diese Verhältnisse noch an einem etwas älteren, achtreihigen Stöckchen von *P. verticillatum* zu verfolgen. Es zeigt sich wieder, daß die weiblichen Geschlechtsdrüsen der Ascidiozooide der mittleren Reihen (2—4) die stärkste Entwickelung gehabt

hatten, und zwar wieder (wie oben) in der Reihenfolge 3., 4., 2. Etage; denn von den 11 Ascidiozooiden der 3. Reihe haben bereits 9 (also etwa $^3/_4$) ihre Embryonen als „Viererkolonien" ausgestoßen, von den 13 Einzeltieren der 4. Reihe haben bereits 4 (also etwa $^1/_3$), von den 8 Ascidiozooiden der 2. Reihe schon 2 (also $^1/_4$) ihren Embryo geboren, und von den 14 Individuen der 5. Reihe hat bereits eines seine Brut entlassen. Die 4 Primärascidiozooide enthalten dagegen noch alle ihren Embryo.

Vergleicht man die Entwickelungsstadien der Embryonen der 1. und 5. Reihe, so ergiebt sich, daß die ältesten Embryonen der 5. Reihe weiter entwickelt sind (Stadium L von Salensky) als der älteste Embryo der Primärascidiozooide (Stadium J bei Salensky). Während ferner die sämtlichen Embryonen der 5. Reihe bereits in den rechten Peribranchialraum des Muttertieres übergetreten sind, erscheinen die 15 Eier der 6. Reihe noch im Ovar eingeschlossen. Sie sind zum Teil gefurcht und in Keimblätterbildung begriffen, also alle jünger als der jüngste Embryo der Primärascidiozooide. Die Eier der vorletzten, 7. Reihe sind weniger entwickelt, und natürlich noch mehr die der letzten, noch unvollständigen (aus 9 sehr kleinen Individuen bestehenden) Reihe. Zieht man einen Vergleich zwischen der Anzahl der trächtigen und unreifen Ascidiozooide, so frappiert die erstaunliche Produktivität des jungen $1^1/_2$ cm langen Stöckchens. Wenn wir von den 9 eben erst fixierten, sehr kleinen Individuen der 8., unvollständigen Etage absehen, so haben von den 89 Ascidiozooiden 50 bereits verschieden weit entwickelte Embryonen, von denen 16, also nahezu ein Drittel, bereits aus den mittleren Reihen geboren wurden, 15 Individuen besitzen entwickeltere und 14 noch unentwickelte Eier.

Von einem noch älteren neunreihigen Stocke sei nur erwähnt, daß bereits die sämtlichen Embryonen der 4. und 3. Reihe ausgestoßen waren.

Bei *P. aherniosum* liegen die Verhältnisse ganz ähnlich. Nur eins fällt beim Vergleich mit *P. verticillatum* in die Augen: Die Unterschiede in der Entwickelung der weiblichen Geschlechtsdrüsen zwischen den älteren und jüngeren Ascidiozooidgenerationen sind nicht so groß wie bei *P. verticillatum*; die Tendenz zur weiblichen Vorreife scheint nicht so stark zu sein. Die Entwickelung der Eier verläuft in den jüngeren Ascidiozooidgenerationen nicht so außerordentlich rasch wie bei *P. verticillatum*, während sie gleichzeitig in den älteren (besonders den 4 Primärascidiozooiden) nicht so stark gehemmt erscheint. So zeigen in einem 9 mm langen, vierreihigen Stöckchen — die 4. Reihe ist mit 4 Einzeltieren noch unvollständig — die 7 Ascidiozooide der 2. Etage Eier, die nur sehr wenig weiter entwickelt sind, als die ihrer Muttertiere, der 4 Primärascidiozooide (von deren Eiern noch keines gefurcht ist, während von jenen die Hälfte junge Keimscheiben besitzen). Die Eier der 3. Etage aber stehen, nach der geringeren Größe zu schließen, in der Entwickelung hinter denen der Primärascidiozooide ganz erheblich zurück (sind noch nicht befruchtungsfähig). Dieses Stöckchen ist außerdem wieder ein Beispiel für die außerordentlich frühzeitig eintretende Geschlechtsthätigkeit (Fruchtbarkeit) dieser protogynen Art, denn von den 24 Tieren des Stockes besitzen bereits 18 wohlentwickelte, zum Teil gefurchte Eier.

Aeltere Stöcke von *P. aherniosum* lassen denselben eben gekennzeichneten Unterschied erkennen. In dem oben S. 302 genannten achtreihigen Stöckchen mit der Altersfolge 1 5 3 2 4 6 7 8 haben nicht nur die Ascidiozooide der 3. Etage (die dem Alter nach die 2. darstellen würde), sondern auch 3 Primärascidiozooide (das 4. ist ein viel jüngeres, später eingewandertes

Tier), sämtliche Embryonen ausgestoßen. Von den Einzeltieren der 4., 5. und 2. Etage (dem Alter nach der 3., 4. und 5.) hat dagegen noch keines geboren, die ältesten Embryonalstadien dieser Reihe gleichen dem Stadium L bis M bei SALENSKY. Vergleicht man diese Angaben mit denen, die über das achtreihige Stöckchen von *P. verticillatum* eben gemacht wurden, so tritt der Unterschied deutlich hervor. Bei *P. aherniosum* sind die ältesten Embryonen der 4. und 5. Reihe erheblich jünger als die der Primärascidiozooide, bei *P. verticillatum* dagegen bedeutend älter.

Daß den jüngeren Ascidiozooidgenerationen die Tendenz zur weiblichen Vorreife innewohnt, an welchem Platze in der Kolonie sie auch zur Entwickelung und geschlechtlichen Thätigkeit gelangen, zeigt das eben erwähnte junge Ascidiozooid, welches an Stelle des geschwundenen Primärascidiozooids getreten war. Es hat etwa die Größe eines Individuums der 7. Reihe und zeigt genau dieselbe (verhältnismäßig) fortgeschrittene Ausbildung des Eies und die kümmerliche des Hodens wie ein Ascidiozooid der 7. Reihe.

Fragt man nach der Geschlechtsqualität dieser Arten *(P. aherniosum* und *verticillatum)*, so wird man sie als protogyn bezeichnen dürfen, wenigstens in dem Sinne, daß bei weitem die Hauptmasse der Ascidiozooide zuerst weiblich thätig ist; höchst wahrscheinlich aber reift sogar in den meisten Fällen das Ei irgend eines Ascidiozooids (einer mittleren Etage), ehe der Hoden irgend eines (Primär-)Ascidiozooids Spermatozoen produziert.

Für *P. operculatum* (nov. spec.) bin ich nicht in der Lage angeben zu können, ob die Primärascidiozooide und die ihnen folgenden ältesten Ascidiozooidgenerationen ebenfalls (wie die von *P. aherniosum* und *verticillatum*) zuerst den Hoden zur Reife bringen, da das einzige von der Expedition erbeutete Stöckchen von $5^1/_2$ cm Länge bereits aus einigen 100 Einzeltieren besteht und natürlich diese Verhältnisse nicht mehr zu beobachten gestattet. Aber zu den protogynen Arten zählt *P. operculatum* sicher; ja es dürfte vielleicht bei dieser Art die weibliche Vorreife der Ascidiozooide am extremsten in die Erscheinung treten. In den nahe am offenen Ende der Kolonie gelegenen jungen Ascidiozooiden lassen sich entwickelte Embryonen neben einem so unentwickelten, winzig kleinen Hoden beobachten, daß man Mühe hat, ihn überhaupt aufzufinden. Von den entwickelten Ascidiozooiden der Kolonie dagegen besitzt nicht ein einziges neben dem reifen Hoden noch ein in Entwickelung begriffenes Ei oder etwa eine „Viererkolonie"; sie haben also sämtlich schon längst geboren. Somit ist auch dieser ältere Stock am Ende, d. h. in seinen jüngsten Ascidiozooidgenerationen, protogyn, in seinen übrigen Teilen dagegen sind die älteren Einzeltiere alle zurzeit männlich thätig. Insofern zeigt dieser ältere Stock von *P. operculatum* jene fortgeschrittenen Geschlechtsverhältnisse einer protogynen Art, wie wir sie auch für ältere Stöcke von *P. aherniosum* und *verticillatum* postulieren müssen, die aber wegen der Kleinheit der Kolonien (bis 2 cm) hier noch nicht in Erscheinung treten können. Am nächsten kommt diesen Verhältnissen jenes oben (S. 311) erwähnte Stöckchen von *P. verticillatum*, bei welchem von den 75 trächtigen, d. h. mit befruchtungsfähigen Eiern und Embryonen ausgestatteten Ascidiozooiden bereits 16 geboren hatten.

Ob die extreme weibliche Vorreife der späteren (jüngeren) Ascidiozooidgenerationen bei *P. operculatum* den Schluß rechtfertigt, daß auch die 4 Primärascidiozooide dieser Art protogyn (und nicht protandrisch, wie die von den beiden anderen weiblich vorreifen Arten, *P. aherniosum* und *verticillatum*) sind, werden weitere Beobachtungen an jungen Kolonien dieser Art lehren

müssen. Ich möchte diesen Schluß nicht für zwingend halten, wohl aber könnte jenes extreme Verhalten eine thatsächliche Protogynie des Stockes verbürgen, d. h. es dürfte das Ei irgend eines Tieres eher befruchtungsfähig sein, als der Hoden irgend eines anderen der Kolonie Sperma produziert.

Vergleicht man die als protandrisch bezeichneten Arten mit den protogynen, so sind letzten Endes die Verhältnisse hinsichtlich des Wechsels in der Geschlechtsqualität der aufeinander folgenden Ascidiozooidgenerationen bei beiden dieselben. Denn wir sahen bei den protandrischen Stöcken von *P. giganteum* und *atlanticum*, daß die Primärascidiozooide und die folgenden älteren Ascidiozooidgenerationen jedenfalls zuerst den Hoden zur Reifung bringen, die jüngeren Generationen in den (12—15 cm langen) Kolonien aber zuerst die Eier reifen lassen. In den eben beschriebenen protogynen Stöcken ist genau dasselbe verwirklicht. Der Unterschied besteht nur darin, daß die Zahl der aufeinander folgenden protandrischen Generationen in den protogynen Stöcken sehr klein, bei den protandrischen Stöcken dagegen sehr groß ist; in den protogynen Stöcken sind es 1—2 Etagen mit vielleicht 12—15 Ascidiozooiden, in den protandrischen dagegen viele 100 Einzeltiere. Die weibliche Geschlechtsreife tritt, zum Alter des Stockes in Beziehung gesetzt, in den protogynen Stöcken sehr frühe, in den protandrischen sehr spät ein. Und weil während dieser längeren Zeit die protandrische Kolonie durch lebhafte Knospung mächtig vergrößert und deshalb die regelmäßige Anordnung der Ascidiozooide in Ringen oder Etagen längst verlassen worden ist, können solche größere protandrische Stöcke auch nicht jene oben bezeichnete scharfe Sonderung der geschlechtlich verschieden qualifizierten Ascidiozooide zeigen (die Spitze protandrisch, die Basis protogyn), wie die kleinen protogynen Stöckchen, obschon die Verhältnisse hier wie dort dieselben sind: Die älteren Ascidiozooidgenerationen sind zuerst männlich, hierauf weiblich und zugleich männlich thätig, die jüngeren, späteren dagegen zuerst weiblich und hierauf männlich.

b) Knospungsreife und Geschlechtsreife.

Die Ursache dieser Verschiedenheit in der Geschlechtsqualität liegt vielleicht mitbegründet in dem Verhältnis der Knospungsreife zur Geschlechtsreife.

Untersucht man die Primärascidiozooide von „Viererkolonien“, wie sie nach völliger Resorption des Cyathozooids im rechten Peribranchial- bezw. bei anderen Arten im Cloacalraum des Muttertieres gelegen sind, so sieht man an der ventralen Hinterseite bereits den Stolo in Form eines kleinen Knöspchens hervorragen, d. h. die 4 Primärascidiozooide beginnen, noch lange bevor sie ihre definitive Größe erreicht haben, selbst Knospen abzuschnüren, welche sich in gesetzmäßiger Weise dorsal über diesen ihren Muttertieren placieren (vgl. oben S. 296). Auch diese Tochterindividuen beginnen, ebenfalls noch relativ unentwickelt, alsbald wieder mit der Knospenproduktion. Die Geschlechtsdrüsen, insbesondere die Eier, erweisen sich in diesen jungen knospenden Tieren als ganz unentwickelt. Wir stehen also vor der Thatsache, daß die Primärascidiozooide und die folgenden von diesen abstammenden Ascidiozooidgenerationen zunächst ausschließlich ungeschlechtlich, knospend, thätig sind, daß die Knospungsreife also lange vor der Geschlechtsreife eintritt. Die

Knospenproduktion beeinflußt nun offenbar die Entwickelung der Geschlechtsdrüsen in bestimmter Weise:

Es war schon Kowalevsky (1875) bekannt, daß die Primärascidiozooide und auch die Ascidiozooide aller kleineren Stöcke (also die älteren Generationen) sich von sonst gleichentwickelten Individuen alter Kolonien dadurch unterscheiden, daß die Geschlechtsorgane, und zwar besonders die Eier, in den Ascidiozooiden kleinerer Stöcke viel weniger ausgebildet sind. Der kolossale Materialverbrauch bei der raschen und andauernden Knospung bedingt eine Entwickelungshemmung der Geschlechtsprodukte im allgemeinen, und im besonderen der Eier, vielleicht, weil die Entwickelung der Dottermassen ungleich mehr Ansprüche an das gleichzeitig knospende Tier stellt als die des Hodens. Jedenfalls sehen wir, daß während der Knospung der Hoden langsam weiterwächst, die Entwickelung des Eies aber stark gehemmt oder zunächst wohl oft ganz unterbunden erscheint.

Weil nun, wie festgestellt, die Primärascidiozooide und die ersten Ascidiozooidgenerationen ausschließlich knospen, während der Knospung sich aber nur der Hoden weiterentwickelt, erscheinen diese stets protandrisch.

In den Stöcken von *P. giganteum* und *atlanticum* geschieht anscheinend die Knospenproduktion nicht nur rascher, sondern sie setzt sich vor allem ununterbrochen durch eine viel größere Anzahl von Ascidiozooidgenerationen fort, als in den Stöcken von *P. aherniosum* und *verticillatum,* wo schon in den Ascidiozooiden der 4. Etage die Knospung zum Stillstand kommt, und zwar anscheinend durch die Entwickelung der Eier (siehe unten). Weil aber eben hier wie dort nur der Hoden während der Knospenproduktion sich weiterentwickelt, erscheinen jene Stöcke von *P. giganteum* und *P. atlanticum* protandrisch, die von *P. aherniosum* und *verticillatum* dagegen nur an der Spitze männlich vorreif, nämlich in den Primär- und unmittelbar folgenden Ascidiozooiden. So würde also die männliche Vorreife als eine Folge der frühzeitig vorhandenen Knospungsreife erscheinen.

In den Stöcken von *P. aherniosum* und *verticillatum* besteht nun die Tendenz, die wie überall zunächst ausschließlich geübte Knospung sehr bald zu gunsten der Entwickelung der Eier abzubrechen. Denn wir finden, daß in den späteren, also jüngeren Ascidiozooidgenerationen, welche die 4. Etage und die folgenden Ringe aufbauen, immer erst das Ei zur Ausbildung gelangt, ehe das betreffende Ascidiozooid überhaupt Knospen abschnürt. Diese jüngeren Tiere sind also erst (ohne zu knospen) ausschließlich geschlechtlich thätig, und zwar weiblich.

Während also in diesen Stöcken die 4 Primärascidiozooide und ihre ältesten Tochtertiere **zuerst** die junge Kolonie durch Knospung aufbauen und dann nebenher Spermatozoen hervorbringen, sorgen die späteren Generationen durch Produktion von Eiern **zuerst** für die Erhaltung der Art. Später, im höheren Alter der Kolonie kehrt sich das Verhältnis natürlich um: Die ältesten Tiere (normalerweise zuletzt die 4 Primärascidiozooide) werden bei gleichzeitiger Samenproduktion weiblich geschlechtsreif, während sich die jüngeren Generationen dem Knospungsgeschäft, also der Vergrößerung der Kolonie widmen und nebenher durch Samenproduktion männlich geschlechtsthätig sind.

In den protandrischen Kolonien von *P. giganteum* und *atlanticum* sind die älteren Ascidiozooidgenerationen (und zwar eine sehr viel größere Zahl als bei den protogynen Stöcken), wie ausgeführt, ebenfalls zuerst ausschließlich knospend thätig; hierauf werden sie, weiter knospend, männlich und endlich weiblich geschlechtsreif. Ob die jüngeren, zuerst weiblich geschlechtsthätigen Generationen der großen Stöcke vorher nicht knospen (wie die entsprechenden Ascidiozooide in den protogynen Stöcken), konnte ich wegen der Unübersichtlichkeit der Verhältnisse in diesen alten Kolonien nicht sicher entscheiden.

Wie nun anscheinend die Entwickelung besonders der weiblichen Geschlechtsdrüsen und deren Produkte durch langandauernde, lebhafte Knospung hemmend beeinflußt wird (z. B. sicher wohl in den Primärascidiozooiden), so ist es zweifellos, daß die einmal begonnene Ausbildung des Eies die Knospungsfähigkeit der betreffenden Ascidiozooide hemmend beeinflußt:

In den Stöcken von *P. aherniosum* und *verticillatum* beginnen die Ascidiozooide der 2. und 3. Etage, während sie noch in der Periode der Knospung stehen, mit der Entwickelung des Eies. In den Ascidiozooiden von der 4. Reihe an hebt dagegen, wie ausgeführt, die Entwickelung der Eier an, ehe das Individuum überhaupt geknospt hat. Bei jenen Ascidiozooiden (der 2. und 3. Etage) kann man, ebenso wie bei entsprechenden Tieren in protandrischen Stöcken vielfach unzweifelhaft konstatieren, daß Knospung und Eientwickelung sich geradezu ausschließen, daß also z. B., wo ein weitentwickeltes Ei vorliegt, der Stolo eine unentwickelte Knospe trägt und umgekehrt; wo in einem gleichaltrigen Ascidiozooid derselben Reihe eine abwanderungsfähige Knospe am Stolo sitzt, ist das Ei recht wenig entwickelt; endlich können Knospe und Ei desselben Tieres auch mittlere Ausbildung zeigen. Die gegenseitige Beeinflussung kann natürlich nur so lange währen, als Knospe und Ei vom Muttertiere zehren, also bis zur Abschnürung der Knospe einerseits und andererseits bis zum Uebertritt des Embryos in den Cloacal- bezw. rechten Peribranchialraum, das ist also während der Dotterbildung, Furchung und Keimblätterbildung. Ob nun auch die Knospung wieder lebhaft einsetzt, sobald nach dem Austritt der am Cyathozooid entstehenden tetrazooiden Kolonie aus dem Ovar der Materialanspruch vom Mutterascidiozooid gewissermaßen auf das Cyathozooid mit seinem Dottersack übergeht, oder ob die Knospungsfähigkeit nach der weiblichen Zeugung herabgesetzt wird oder gar erlischt, konnte ich aus dem Material nicht sicher ersehen.

Es sei aber bemerkt, daß in den Stöcken (von *P. aherniosum* und *P. verticillatum*), welche in der Periode der weiblichen Geschlechtsthätigkeit stehen (deren entwickeltere Ascidiozooide also, wie in dem oben S. 311 beschriebenen Stock von *P. verticillatum*, alle fortgeschrittene Embryonen tragen), auch bei den Einzeltieren Knospen recht spärlich zu beobachten sind, welche ihre „Viererkolonie“ bereits ausgestoßen haben. Dieser Umstand würde also vielleicht dafür sprechen, daß die Knospungsfähigkeit des Ascidiozooids mit dem Hervorbringen und Austragen der weiblichen Frucht ihren Höhepunkt überschritten hat und allmählich zum Stillstand kommt.

Es sei gestattet, zu der gegenseitigen Beeinflussung von Knospung und weiblicher Geschlechtsthätigkeit ein besonders durchsichtiges Beispiel vorführen zu dürfen, welches in geradezu schematischer Weise alle bisher besprochenen Beziehungen erkennen läßt.

In einem neunreihigen Stöckchen (9. Reihe noch unvollständig mit 6 Ascidiozooiden) von

P. verticillatum besitzen die Ascidiozooide der 3. und 4. Etage die am weitesten entwickelten Eier, von denen einige schon gefurcht sind; es mag das älteste der 3. Etage sogar etwas fortgeschrittener sein, als die ältesten der 4. Was aber sofort auffällt, ist der Umstand, daß die Eier der 4. Etage außerordentlich gleichmäßig entwickelt sind, die der 3. aber auffällig verschieden, neben sehr kleinen liegen in Furchung befindliche, obschon die Ascidiozooide keineswegs verschieden an Größe, sondern im Gegenteil sehr gleichmäßig entwickelt sind. Und dasselbe gilt für die 2. Reihe, nur mit dem Unterschiede, daß die Eier dieser zwar älteren Ascidiozooide wieder kleiner sind, als die der jüngeren Einzeltiere der 3. Etage (siehe oben). Der Grund für die Ungleichheit der Eier in doch gleichaltrigen Tieren der 2. und 3. Etage einerseits und andererseits für die gleiche Entwickelung der Eier der 4. Etage und auch der folgenden Etagen (5—8) wird sofort klar, wenn man die Knospen in den betreffenden Reihen studiert. In Reihe 4—8 kann von Knospung eigentlich noch nicht gesprochen werden, zeigen doch die Ascidiozooide der 4. Reihe erst die frühesten Anfangsstadien (etwa das von Fig. 1 und 2, Taf. XXXVI). Bei den Ascidiozooiden der folgenden Reihen (5—8) treten die Stolonstränge eben aus dem Körper des Muttertieres hervor. Von den Knospen der 4. bis zu denen der 3. Reihe ist nun aber ein gewaltiger Sprung in der Entwickelung nach vorwärts bemerkbar; denn von den 10 Ascidiozooiden der 3. Reihe hat eines bereits eben eine Wanderknospe abgeschnürt, welche an der rechten (nicht linken) Flanke des Muttertieres nach hinten zieht, weil hier durch den Schwund eines Ascidiozooids eine breite Lücke entstanden ist; 3 weitere Knospen stehen unmittelbar vor der Abschnürung. Die 4 Mutterascidiozooide dieser Knospen besitzen nun in der That die am geringsten entwickelten, kleinsten Eier unter sämtlichen 10 Individuen der 3. Etage. Umgekehrt bergen die 3 Ascidiozooide mit den großen Eiern die kleinsten Knospen, 3 Ascidiozooide besitzen je eine mittlere Knospe und je ein Ei mittleren Stadiums, das letzte Ascidiozooid der Reihe endlich trägt ein mittleres Ei und eine sehr kleine Knospe, stellt also scheinbar eine Ausnahme dar, allein hier macht die genauere Untersuchung des distalen Endes es wahrscheinlich, daß bereits eine große Knospe abgeschnürt wurde, welche die Hemmung in der Entwickelung des Eies gebildet haben dürfte.

In der 2. Reihe sind die Verhältnisse fast ebenso scharf ausgeprägt: Von den 8 Individuen haben 4 Einzeltiere Knospen, die vor der Abschnürung stehen, und daneben je 2 Ascidiozooide sehr kleine, die beiden anderen etwas fortgeschrittenere Eier. 2 Individuen besitzen Knospe und Ei in mittleren Entwickelungsstadien, und 2 Tiere kleine Knospen und dazu ein sehr großes, bezw. ein mittleres Ei. Die 4 Primärascidiozooide endlich stehen noch mitten in der Periode der Knospung, sind also alle mit großen Knospen versehen und besitzen dementsprechend sehr unentwickelte Eier, aber einen reifen Hoden.

Ueberblicken wir nun das Verhältnis von Knospung und geschlechtlicher Thätigkeit, so zeigt sich, daß in allen Stöcken zuerst geknospt wird, in den protandrischen nur viel länger, durch eine viel größere Anzahl von Generationen hindurch, als in den protogynen. Hierauf bringt bei gewissen, den protogynen Arten, eine geringe Anzahl älterer Individuen zuerst Samen, die Hauptmasse der folgenden Ascidiozooidgenerationen (gleichzeitig) aber zuerst Eier hervor. Später kehrt sich natürlich das Verhältnis um. Bei anderen, den protandrischen Arten, erzeugt eine große Anzahl älterer Ascidiozooid-

generationen Samen, dann Eier, die jüngeren Generationen (im höheren Stockalter) umgekehrt zuerst Eier, dann Samen. Während aber Eientwickelung und Knospung sich gegenseitig hemmen oder gar aufheben, geht die Entwickelung des Hodens stets neben der Knospenproduktion einher.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß in allen Fällen die 4 Primärascidiozooide zuerst ausschließlich knospen, also ungeschlechtlich thätig sind, und ebenso die von ihnen auf diesem Wege erzeugten zunächst folgenden ältesten Tochtertiere. Die geschlechtliche Thätigkeit setzt bei diesen ersten Generationen stets danach ein.

Es herrscht also in den Pyrosomenstöcken die Tendenz, auf jeden Fall erst den Bestand der Kolonie, gewissermaßen des Individuums, zu sichern, und darauf durch Neugründung von Kolonien vermittelst geschlechtlicher Thätigkeit die Erhaltung der Art zu garantieren.

Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, daß auch Abweichungen von den eben beschriebenen Beziehungen zwischen Knospung und geschlechtlicher Vermehrung vorkommen. Insbesondere beobachtet man bei protogynen Arten zuweilen, z. B. bei *P. aherniosum* und *verticillatum*, daß die Knospung durch eine größere Anzahl älterer Ascidiozooidgenerationen hindurch fortgesetzt wird als gewöhnlich, die Tendenz zur weiblichen Vorreife sich also erst in späteren Generationen bemerkbar macht. Diese Stöcke bilden gewissermaßen einen Uebergang zum Verhalten der protandrischen Arten. Da nun der Hoden, wenn auch langsam, sich während der Knospung weiterentwickelt, erscheint der junge Stock der protogynen Art protandrisch. Die Gegenüberstellung der beiden eben besprochenen sieben- bezw. neunreihigen Stöcke von *P. verticillatum* läßt schon diesen Unterschied erkennen. Bei dem achtreihigen besitzen von den 98 überhaupt vorhandenen Ascidiozooiden 50 fertige Embryonen (von denen 16 bereits ausgestoßen sind), und 15 Individuen entwickeltere Eier; das neunreihige Stöckchen besteht aus 103 Ascidiozooiden, von denen einige (3—4) als höchstentwickelte Stadien gefurchte, alle übrigen dagegen weniger ausgebildete bis ganz unentwickelte Eier besitzen. Die Entstehung geburtsreifer Embryonen liegt also noch weit zurück. Die Eier der kaum halberwachsenen Tiere der 6. Reihe sind in jenem achtreihigen Stocke weiter fortgeschritten, als die ältesten Eier (der 3. Etage) in dem neunreihigen Stocke. Auch von *P. aherniosum* enthält das Material siebenreihige Stöcke mit durchaus unentwickelten Eiern. Es findet sich aber auch der oben erwähnte vierreihige Stock von *P. aherniosum* (wobei die 4. Reihe noch unvollständig) mit 24 Tieren, von denen 18 bereits wohlentwickelte, zum Teil gefurchte Eier besitzen. Das Extremste in dieser Hinsicht aber zeigt jenes schon oben erwähnte 3 cm lange Stöckchen von *P. verticillatum* mit rund 300 Ascidiozooiden in 20 regelmäßigen, dicht aneinander liegenden Reihen mit noch völlig unentwickelten Geschlechtsorganen. Hier hielt also eine allerdings fabelhafte Knospenproduktion durch auffällig zahlreiche Ascidiozooidgenerationen die Entwickelung der Geschlechtsorgane ganz besonders lange zurück.

c) Vermehrung und Stockgrösse.

Die eben geschilderten Beziehungen zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Thätigkeit haben noch eine weitere wichtige Folge.

Man könnte die Verhältnisse auch so zusammenfassen: Wo lange Zeit, d. h. durch viele Generationen hindurch, geknospt wird, haben wir protandrische Stöcke, wo die Knospung (vorläufig) frühzeitig abgebrochen wird, ist der Stock protogyn. In den protandrischen Stöcken sind also die Ascidiozooide länger knospend, d. h. stockbildend thätig, ehe die weibliche Geschlechtsthätigkeit, die Entwickelung der Eier, beginnt, wobei ja das von den Tieren des Stockes erzeugte Material diesem selbst verloren geht. Es werden somit protandrische Stöcke nach einem gewissen Alter aus einer größeren Anzahl geknospter Ascidiozooide sich zusammensetzen, somit stets größer sein müssen, als die protogynen, deren Ascidiozooide während der Eientwickelung und Furchung nicht knospen, sondern vielmehr Substanz der Kolonie in den Embryonen (zur Erhaltung der Art) abgeben. Vergleicht man daraufhin die protogynen Arten mit den protandrischen, so zeigt sich in der That, daß z. B. die protandrischen Kolonien von *P. atlanticum* und *P. giganteum* im Maximum stets erheblich viel größer sind, als etwa die protogynen von *P. aherniosum* und *verticillatum*. Es fanden Peron (1804) und Huxley (1851) Kolonien von *P. atlanticum*, die 16, bezw. 25 cm lang waren. Ritter (1905) berichtet, daß die größten bis jetzt erbeuteten Kolonien von *P. giganteum* eine Länge von 60 cm besaßen, während die bis jetzt durch die „Plankton- und Deutsche Tiefsee-Expedition“ bekannt gewordenen längsten Stöckchen von *P. aherniosum* und *verticillatum* 3 cm messen (siehe unten).

Aller Wahrscheinlichkeit nach gehören, wie bemerkt, zu den protandrischen Stöcken auch die beiden so nahe verwandten Arten *P. spinosum* und *P. Agassizi*. *P. spinosum* ist die größte bekannte Pyrosomenart; beobachteten doch Bonnier und Perez (1902) im Indischen Ozean Stöcke bis zu 4 m Länge. Mir standen nur Bruchstücke riesiger Kolonien zur Verfügung, aber ich habe in keinem einzigen Falle Embryonen, sondern nur gefurchte Eier beobachtet, obgleich anscheinend die Stöcke sehr alt waren, so daß anzunehmen ist, bei *P. spinosum* wird das „Brutgeschäft“ recht lange hinausgeschoben, vorher findet nur Knospung und Spermaproduktion statt und deshalb die riesige Größe der Kolonien.

Für *P. Agassizi* dürfte die oben mitgeteilte Stockgröße von über 1 m die Vermutung bestätigen, daß diese Art zu den protandrischen zu zählen sein wird.

So erscheint also die den verschiedenen Arten eigene Stockgröße als eine Folge ihrer geschlechtlichen Verhältnisse; protandrische Formen bilden große, protogyne kleine Kolonien.

d) Geschlechtsreife und Alter des Einzeltieres.

Diese extremen Größenverhältnisse der Stöcke bei den verschiedenen Arten werden ferner begünstigt oder mitbedingt von dem Verhältnis des Eintrittes der Geschlechtsreife zum Alter des Einzeltieres. Da gilt denn, daß die weibliche Vorreife, also die Reife des Eies, in den protogynen Tieren sehr frühe, die männliche Vorreife, die Samenproduktion des Hodens, in den protandrischen Individuen dagegen stets erst in höherem Alter des Tieres erfolgt. Die Gründe für dieses Verhalten dürften in dem beschriebenen Verhältnis der Knospungsreife zur Geschlechtsreife liegen: Da während der früh einsetzenden und fortdauernden Knospenproduktion der Hoden nur langsam weiterwächst, erlangt eben das Tier bis zur Reife desselben ein höheres Alter. Und anderer-

seits erfolgt in den protogynen Individuen die Eientwickelung, bevor die Knospung eingesetzt hat; in dem Alter, wo die protandrischen Ascidiozooide knospen, entwickelt sich in den protogynen das Ei.

Schon Seeliger (1895) hob hervor, daß in den Stöcken von *P. aherniosum* $2^1/_2$—3 mm lange, also noch junge Tiere — die alten messen 5 mm — bereits wohlentwickelte Embryonalkolonien besitzen, so daß es zweifellos ist, daß hier die weibliche Geschlechtsreife eintritt, bevor das Ascidiozooid seine volle Größe erreicht hat. Während in seinem Körper die Embryonalentwickelung sich vollzieht, wächst das Muttertier und erreicht erst seine definitive Größe, nachdem die Viererkolonie bereits ausgestoßen ist. Seeliger möchte, aber wohl nicht ganz mit Recht, diese Erscheinung mit der Pädogenese und mit der von Chun bei Ctenophoren beobachteten Dissogonie vergleichen.

Ich kann die eben mitgeteilten Beobachtungen Seeligers auch für *P. verticillatum* und *operculatum* bestätigen. Es ist geradezu erstaunlich, in welch jugendlichem Alter die nahe der offenen Basis gelegenen Ascidiozooide ihre Eier zur Reife bringen. Sie besitzen in der That oft nur die halbe Größe oder ein Drittel von der der ältesten Tiere (vgl. oben S. 310), sind also selbst fast noch Knospen zu nennen. Andererseits erscheint die Reife des Hodens in den Ascidiozooiden von *P. atlanticum* und noch mehr in denen von *P. giganteum* nahezu bis zu dem Zeitpunkt hinausgeschoben, wo das Tier seine definitive Größe erreicht hat. So kommt es, daß z. B. in einem 3,5 cm langen Stock von *P. atlanticum* oder in einer 5 cm langen Kolonie von *P. giganteum* meist noch keine reifen Hoden entwickelt sind.

In den protandrischen Ascidiozooiden (von *P. giganteum* und *atlanticum* z. B.) kommen natürlich die Eier im späteren Alter des Tieres zur Entwickelung; denn es reift eben erst der Hoden; in den protogynen Individuen gilt dasselbe vom Hoden, weil eben das Ei erst reift. So kommt es, daß z. B. in einem 9 cm langen, aus Hunderten von Einzeltieren bestehenden Stocke von *P. giganteum* noch keine Embryonen vorhanden sind, während bei *P. aherniosum* und *verticillatum* in 1 cm langen Stöckchen fertige Viererkolonien geboren werden können.

e) Knospungsreife und Alter des knospenden Tieres.

Was endlich das Verhältnis des Eintrittes der Knospungsreife zum Alter des knospenden Tieres anlangt, so wurde bereits erwähnt, daß die 4 Primärascidiozooide mit der Knospenproduktion sehr frühe beginnen, lange bevor sie erwachsen, vielmehr selbst noch Knospen sind. Man kann meist bereits bei der eben geborenen Viererkolonie ein winziges Knöspchen unmittelbar hinter dem Endostyl herauswachsen sehen, zu einer Zeit also, wo alle anderen Organe des jungen Ascidiozooids, insbesondere auch die Geschlechtsdrüsen, noch völlig unentwickelt sind und dasselbe kaum $^1/_6$—$^1/_5$ seiner definitiven Größe erreicht haben dürfte. Wenn die erste Knospe eines Primärascidiozooids abgeschnürt wird, hat es vielleicht erst $^1/_4$—$^1/_3$ seines Wachstums vollendet.

Bei den folgenden, von den 4 Primärascidiozooiden geknospten Generationen beginnt die Knospenproduktion zwar in etwas späterem Alter, aber doch bereits auch, noch ehe die Tiere ihre definitive Größe erreicht haben. Bei *P. aherniosum* und *verticillatum* beginnen die ältesten Tochtertiere (der 2. und 3. Reihe) mit der Knospenproduktion, wenn jedes der 4 Primärascidiozooide etwa 5—8 Knospen abgeschnürt hat.

Weiterhin wird ja die Knospung von der Entwickelung der Geschlechtsdrüsen stark beeinflußt, und zwar entweder gehemmt oder wohl auch gar aufgehoben (siehe oben).

f) Allgemeines über den Generationswechsel der Pyrosomen.

Vergleicht man diese eben dargestellten Fortpflanzungsverhältnisse der Pyrosomen mit denen anderer Tunicaten, so läßt sich eine ähnliche Mannigfaltigkeit der Beziehungen vielleicht nur noch bei den Ascidien konstatieren, die dafür allerdings ja auch nach jeder anderen Richtung hin unvergleichlich reicher differenziert erscheinen. Auch bei den Ascidien herrscht meist Dichogamie, wobei männliche Vorreife häufiger als weibliche zu sein scheint (vgl. Seeliger, Bronn, Supplement III, S. 623 ff.); aber auch gleichzeitige Reife der Geschlechtsdrüsen kommt häufig vor. Man könnte vielleicht sagen, daß das, was in der Ascidienklasse getrennt, vereinzelt, von ganz verschiedenen Gruppen (Familien, Gattungen und Arten) verwirklicht ist, bei den Pyrosomen beinahe von jeder einzelnen Species zusammengefaßt wiederholt wird. Bei den übrigen Thaliaceen erscheint die Dichogamie strenger geregelt. So funktionieren z. B. bei den Salpen alle Individuen einer Kette zu einer bestimmten Zeit entweder als Männchen oder als Weibchen. Bei *Doliolum* dürfte, wie bei den Salpen, überhaupt nur weibliche Vorreife vorkommen.

Was das Verhältnis von geschlechtlicher Vermehrung und Knospung anlangt, so sahen wir, daß unter den Ascidiozooiden zwar beide Vermehrungsarten ineinander greifen, auch gleichzeitig nebeneinander hergehen können, doch stets so, daß die 4 Primärascidiozooide und auch die von diesen durch Knospung abstammenden ersten (ältesten) Ascidiozooide aller Arten zunächst ausschließlich ungeschlechtlich, eben knospend, thätig sind und erst danach Geschlechtsprodukte zur Reife bringen. Diese Fähigkeit der Ascidiozooide, sich sowohl auf geschlechtliche, als auch auf ungeschlechtliche Weise fortzupflanzen, dürfte ein ursprüngliches Verhalten darstellen (Korschelt und Heider); denn wir werden annehmen müssen, daß, als in der Phylogenese die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospen zur Koloniebildung führte, da die Knospen nicht oder nur in unvollkommener Weise befähigt waren, sich vom Muttertier zu entfernen (Grobben 1882), ursprünglich sämtliche Individuen der betreffenden Art in gleicher Weise die Fähigkeit geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung besaßen, also in der Lage waren, gleichzeitig durch Knospung die Kolonie zu vergrößern und ebenso durch Produktion von Samen und Eiern neue Kolonien zu gründen,

„Es muß als ein späteres, abgeleitetes Verhalten betrachtet werden, wenn sich diese beiden Aufgaben des Fortpflanzungsgeschäftes auf verschiedene Individuen der Kolonie verteilten, derart, daß die zuerst entstandenen Individuen einer Kolonie sich ausschließlich die Vergrößerung derselben durch Knospung angelegen sein ließen, während die später entstandenen Individuen zur Begründung neuer Kolonien durch geschlechtliche Fortpflanzung schritten. Eine derartige Einrichtung, in welcher wir bereits die ersten Anfänge des Generationswechsels zu erblicken haben, findet sich bei den Synascidien. Es wurde bereits von Ganin, im Anschluß an Beobachtungen von Krohn, festgestellt, daß hier die aus dem Ei sich entwickelnden Individuen, welche die Kolonie begründen, sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fortpflanzen, während die durch Knospung entstandenen Abkömmlinge dieser Individuen wieder Geschlechtsprodukte hervorbringen“ (Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Tiere, 1893, S. 1414).

Es zeigen somit die Vermehrungsverhältnisse der Ascidiozooide der Pyrosomenkolonie offenbar recht ursprüngliche Verhältnisse, gleichwohl erreicht die geschlechtliche Differenzierung bei den Pyrosomen jene bei Synascidien gewissermaßen angedeutete höhere Stufe, welche für die gesamte Thaliaceengruppe *(Anchinia, Dolchinia, Doliolum, Salpa)* charakteristisch ist, nämlich die des Generationswechsels, indem das aus dem Ei hervorgehende Individuum ausschließlich ungeschlechtlich thätig ist. Denn aus dem Pyrosomenei entsteht das von Huxley so genannte Cyathozooid, ein rudimentäres, larvales Individuum von blasenförmiger Gestalt, welches die Geschlechtsreife nie erlangt, sondern ausschließlich ungeschlechtlich 4 „Primärascidiozooide" hervorbringt. Von diesen stammen durch Knospung die sämtlichen Ascidiozooide der Kolonie ab. Das Cyathozooid ist somit das ungeschlechtliche Muttertier, die „Amme" des ganzen Stockes, die „ungeschlechtliche Generation". Die vom Cyathozooid ungeschlechtlich erzeugten Primärascidiozooide und alle folgenden Ascidiozooidgenerationen bringen nun außer den Knospen auch Geschlechtsprodukte zur Reife, aus denen wieder das Cyathozooid hervorgeht; sie repräsentieren in ihrer Gesamtheit also die „geschlechtliche Generation". Somit wechselt regelmäßig eine aus dem Ei hervorgegangene ungeschlechtliche Generation, das Cyathozooid, mit mehreren, durch Knospung entstandenen geschlechtlichen Generationen, den Ascidiozooiden, ab.

Vergleicht man diesen Fortpflanzungscyklus der Pyrosomen mit dem Generationswechsel der Salpen, für deren Vermehrungsverhältnisse der Begriff bekanntlich geprägt wurde, so erkennt man unschwer, daß es sich bei den Pyrosomen nicht um einen einfachen, „normalen" Generationswechsel handelt. Der Solitärsalpe entspricht zweifellos das Cyathozooid, und die 4 Primärascidiozooide sind den von der Solitärform geknospten Kettentieren zu vergleichen; folglich würde ein einfacher Generationswechsel vorliegen, wenn die vier vom Cyathozooid geknospten Primärascidiozooide ausschließlich Geschlechtsprodukte zur Reife brächten. Sie haben aber neben der geschlechtlichen Fortpflanzung die Fähigkeit der Knospung ebenso wie alle Nachkommen bewahrt, man könnte sagen, gewissermaßen vom Cyathozooid ererbt, wie sie ihrerseits die Fähigkeit zu ungeschlechtlicher Vermehrung selbst wieder auf alle ihre Nachkommen weiter vererben. Somit liegt das vom Normalen Abweichende, das Komplizierende darin, daß sämtliche Geschlechtstiere (die Ascidiozooide) auch das Vermögen der ungeschlechtlichen Vermehrung besitzen, ein Verhalten, welches vorhin als ursprüngliches hingestellt wurde. Somit erhält der Generationswechsel der Pyrosomen eine Form, welche auch in dem vielleicht noch verwickelteren, aber wieder völlig anders gearteten Fortpflanzungscyklus der Dolioliden kein Gegenstück besitzt, sondern nur auf Pyrosomen beschränkt erscheint.

Etwas nur ihm Eigentümliches erhält der Generationswechsel der Pyrosomen ferner auch dadurch, daß die Amme, das Cyathozooid, ein rudimentäres, einem Ascidiozooid durchaus unähnliches Individuum von krugförmiger Gestalt darstellt, und sodann durch den Umstand, daß dieses Tier nicht persistiert, sondern, bald nachdem die 4 Knospen sich einigermaßen entwickelt haben, mitten unter ihnen gelegen, vollständig rückgebildet wird, also larval bleibt. Sucht man nach Analogem, so könnte höchstens die Rückbildung der Kieme und des Verdauungstraktus in den alten *Doliolum*-Ammen hier herangezogen werden.

Das Cyathozooid entbehrt außer anderen funktionsfähigen Organen (Kieme, Darmtraktus, Peribranchialräumen) auch jedweder Muskulatur. Es ist also nicht imstande, wie die Salpen- oder *Doliolum*-Amme, von denen wir ganz besonders die letztere mit einem extravaganten Muskelapparat ausgerüstet sehen, ihre Brut, die 4 Primärascidiozooide während ihrer Entwickelung durchs Wasser zu tragen. Aber auch im ausgebildeten Zustande weisen ja die Pyrosomen-Ascidiozooide unter allen Thaliaceen die schwächste Entwickelung der Muskulatur auf, so daß es ihnen offenbar nur mit vereinten Kräften, d. h. zu vielen zur Kolonie zusammengeschart, möglich wird, sich an der Oberfläche des Wassers zu halten. Daß thatsächlich die junge und darum kleine Kolonie infolge ungenügender Schwebfähigkeit und völlig mangelnder Eigenbewegung in die Tiefe sinkt, dort mit der ungeschlechtlichen Vermehrung beginnt und als größere, aus vielen Individuen bestehende Kolonie, offenbar mittels eigener Muskelthätigkeit, an die Oberfläche steigt, haben die Untersuchungen CHUNS (1888) mit Sicherheit dargethan.

Wenn also die kleine Viererkolonie mitsamt dem Mutter-Cyathozooid nicht in der Tiefe zugrunde gehen soll, muß für schnelle Vermehrung der muskelthätigen Individuen, für rasche Vergrößerung der Kolonie gesorgt werden, und dies geschieht hier, wie wohl meistens in der Tierreihe, wenn nicht parthenogenetisch, durch Knospung. Und wir verstehen jetzt, daß, wie oben schon betont worden ist, die Knospenproduktion der 4 Primärascidiozooide in außerordentlich frühen Stadien einsetzt, und daß ferner sowohl die vier ersten Ascidiozooide, als auch die von ihnen zuerst erzeugten Tochterascidiozooid-Generationen stets zunächst ausschließlich knospend thätig sind, ein Verhalten, das sich nicht nur beim vergleichenden Studium der Stöcke sofort ergiebt, sondern auch bei histologischen und entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen sich herausstellt und schon von KOWALEVSKY (1875) und SEELIGER (1889) betont wurde.

Phylogenetisch würden sich die geschilderten Verhältnisse vielleicht folgendermaßen denken lassen. Ursprünglich besaßen alle Individuen der Pyrosomenvorfahren, die wir uns von ihrer Synascidienabstammung her noch festsitzend zu denken hätten, die Fähigkeit geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung. Später kam, um vorerst den Bestand der Kolonie zu sichern, die geschlechtliche Vermehrung des aus dem Ei hervorgegangenen Individuums (des Cyathozooids) zu gunsten einer intensiv ungeschlechtlichen Fortpflanzung in Wegfall [1]), und bei den gleichzeitig geschlechtlich und ungeschlechtlich thätigen Nachkommen (den Ascidiozooiden) regelte sich aus demselben Grunde das zeitliche Verhältnis von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung nun so, daß zuerst nur Knospen gebildet wurden. Es war aber offenbar für den Bestand der Kolonie von um so größerem Vorteil, je früher die Individuen zur Knospenproduktion schritten. Deshalb wurde nicht nur bei den Ascidiozooiden (den Knospen), sondern auch vor allem beim Cyathozooid, der Gründerin der Kolonie, die Abschnürung von Knospen allmählich in immer frühere Stadien, schließlich ins Larvenstadium verlegt.

Nachdem so der rasche Aufbau einer kräftigen Kolonie und deren Fortbestand gesichert war, wurde diese vielleicht nach Erwerbung des „kolonialen Muskelsystems“ (vgl. systematischen Teil) freischwimmend. Das ungeschlechtliche Muttertier (das Cyathozooid), welches bei den übrigen

1) So sagt CLAUS (1887, S. 111) mit Bezug auf Salpen: „Es war für die Entwickelung der regelmäßigen Knospenkette am Stolo prolifer von Vorteil, daß an den dieselbe produzierenden Individuen die geschlechtliche Zeugung unterdrückt und die Fortpflanzungsorgane bis zum schließlichen Schwunde der Anlagen rückgebildet wurden.“

Thaliaceen durch Ausbildung eines extravaganten Muskelapparates die Brut (= Kolonie) fortbewegt, konnte nun hier auch rückgebildet, ja schließlich resorbiert werden, da die Gesamtheit der Nachkommen die Lokomotion des Stockes besorgte, wenn es nur, wie wir jetzt thatsächlich sehen, möglich wurde, recht frühzeitig — noch im Embryonal- oder Larvenstadium — und auf möglichst schnellem und sicherem Wege — durch Knospung — eine größere Anzahl solcher muskelkräftiger Nachkommen zu erzeugen. So würde nach dieser Gedankenreihe, im Gegensatz zu Salensky (1892, S. 93), der die Ammengeneration der metagenetischen Tunicaten aus der Larve entstanden denkt, das Cyathozooid, auch phylogenetisch gesprochen, das sein, was es morphologisch ist, nämlich das Larvenstadium einer rückgebildeten, in ihrer ursprünglichen Form uns unbekannten *Pyrosoma*-Amme, bei welcher die ungeschlechtliche Vermehrung in dieses frühe Alter verlegt erscheint.

3. Zur Knospung der Pyrosomen.

a) Bau und Entwickelung des Stolo prolifer in den Pyrosomenknospen.

Es könnte aufs erste verwunderlich erscheinen, die stoloniale Knospung der Pyrosomen erneut zu diskutieren, wenn man sich vergegenwärtigt, daß eine Reihe namhafter Forscher, wie Huxley, Kowalevsky, Seeliger, Salensky, die ungeschlechtliche Vermehrung bereits zum Gegenstande eingehender Untersuchung machten. Bekannte doch schon Kowalevsky, als er (1875) die Knospung der Pyrosomen studierte, daß der ganze Vorgang der Knospung von Huxley (1860) so genau beschrieben worden sei, daß er nur sehr wenig hinzuzusetzen habe. Wenn Huxley bereits im Stolo die Anlage des Darmrohres, der Geschlechtsorgane und der Peribranchialräume der Knospe feststellte und die ersteren beiden Anlagen auf die entsprechenden Organe des Muttertieres zurückzuführen vermochte, so gelang es Kowalevsky, mit Hilfe der Schnittmethode, auch die Anlage des Nervensystems, das „Nervenrohr" des Stolos, aufzufinden. Ueber die Abstammung des Nervenstranges und der Perithorakal- oder Peribranchialröhren konnte Kowalevsky „ungeachtet der größten Aufmerksamkeit" nichts Positives ermitteln, sprach aber die Vermutung aus, daß entweder beide Anlagen aus dem mittleren Keimblatte hervorgehen möchten, oder daß auch — im Hinblick auf die Knospungsverhältnisse gewisser Ascidien *(Didemnium* und *Amoroecium)* — die Peribranchialröhren als schnell sich abschnürende Ausstülpungen des Darmrohres entstehen könnten. Es ist bemerkenswert, daß in den folgenden Arbeiten jede dieser beiden von Kowalevsky angedeuteten Möglichkeiten der Entstehung der Peribranchialröhren behauptet worden ist. Und zwar stehen auf der einen Seite Joliet (1888) und Seeliger (1889), die eine mesodermale Abkunft nicht nur der Peribranchialröhren des Stolos, sondern aller zwischen dem inneren entodermalen und äußeren ektodermalen Rohr gelegenen Stränge, also auch des Nervenstranges, behaupten. Auf der anderen Seite steht Bonnevie (1896), welche die Entstehung der Peribranchialröhren und des Nervensystems als Ausstülpungen des zentralen Entodermrohres des Stolos lehrt.

Somit bestehen hinsichtlich der Herkunft der Stoloelemente zum Teil tiefgreifende Widersprüche, während die Angaben der genannten Autoren über Zahl und Anordnung der

den Stolo zusammensetzenden Stränge völlig übereinstimmen. Die von den genannten Forschern aufgefundenen 6 Stolostränge sind bekanntlich folgende: Ein äußeres ektodermales Rohr, die Fortsetzung des mütterlichen Hautepithels, umgiebt ein zentrales Rohr, den sogenannten Endostylfortsatz, der sich als die Fortsetzung des entodermalen Kiemendarmes darstellt und daher auch als Entodermrohr bezeichnet wird. Zwischen diesen beiden Strängen liegen zu beiden Seiten des letzteren die paarigen Peribranchialröhren, ferner senkrecht dazu das Nervenrohr und endlich diesem gegenüber der Genitalstrang (vgl. Taf. XXXIV).

Auch über die Abstammung des äußeren und inneren Rohres herrscht unter den Angaben der Autoren völlige Uebereinstimmung — hier ist auch kein Irrtum möglich; — allein für Nervenstrang und Peribranchialröhren sind die Widersprüche doch recht erheblich; denn nach der Behauptung der erstgenannten Forscher würde dem Mesoderm die Rolle zufallen, so verschiedenartige Organe, wie Peribranchialräume, Nervensystem, Geschlechtsorgane und Herz es sind, in den Pyrosomenknospen zu bilden, ein Umstand, der ebenso verwundern muß, wie die Angabe von Bonnevie, nach welcher das Nervensystem und die Peribranchialräume der „sekundären" Ascidiozooide entodermal sein sollen, während wir doch aus den Untersuchungen von Kowalevsky, Salensky und Korotneff wissen, daß Peribranchialräume und Nervensystem der 4 Primärascidiozooide, welche vom Cyathozooid abstammen, ektodermal sind.

Meine Untersuchungen über Bau- und Entwickelung des Stolo prolifer führten mich zu wesentlich anderen Ergebnissen. Ich werde zu beweisen haben, daß den 6 Stolosträngen nicht nur ein siebenter, und zwar ein Pericardialstrang, von Anfang an im Stolo zugesellt ist, sondern auch, daß sowohl die Peribranchialröhren des Stolos als auch der Nerven-, Pericardial- und Genitalstrang desselben direkt aus den entsprechenden Organen des Muttertieres entstehen.

Die genannten Autoren führten ihre Untersuchungen wohl ausnahmslos an Material von *P. giganteum* aus. Bonnevie nennt zwar ihr *Pyrosoma „elegans"*. Es betonte aber bereits Seeliger (1895), und ich selbst suchte (1909) den Nachweis zu führen, daß das fort und fort in der Litteratur aufgeführte *P. elegans* thatsächlich nicht existiert, sondern unter dieser Bezeichnung sich wohl allermeist *P. giganteum* verbirgt.

Ich gelangte zu jenen abweichenden Ergebnissen zunächst bei *P. Agassizi,* einer Form, welche mit *P. spinosum* zusammen eine enggeschlossene Verwandtschaftsgruppe mit vielen morphologischen Eigentümlichkeiten darstellt, die diese beiden Formen von sämtlichen anderen bisher bekannten Species scharf trennen (vgl. systematischen Teil). Wenn nun freilich nicht zu erwarten stand, daß bei den übrigen Pyrosomenformen neben den vielen abweichenden Merkmalen (gegenüber *P. Agassizi* und *spinosum*) auch die Stoloverhältnisse völlig anders geartet sein würden, so war es doch zweifellos von Interesse, die Dinge auch an dem Material nachzuprüfen, welches die genannten Forscher zu völlig abweichenden Ergebnissen geführt hatte. Meine Untersuchungen an *P. giganteum* bestätigten denn auch die an *P. Agassizi* gemachten Befunde.

Was *P. Agassizi* (und *spinosum*) für diese Untersuchungen geeigneter erscheinen läßt, ist unter anderem die Thatsache, daß diese beiden Formen merkwürdigerweise weder früher noch später ein zusammenhängendes, dichtes Eläoblastgewebe entwickeln, wodurch der Distalabschnitt der Knospen, in welchem sich ja die Bildung des Stolo prolifer vollzieht, besonders bei Beobachtungen in toto

durchsichtiger und klarer wird. Bei sämtlichen anderen Formen wird das gesamte Hinterende vom Eläoblast eingehüllt und dadurch die Stolobildung gewissermaßen etwas verschleiert. Entsprechende Schnitte an gut konserviertem Material lassen dagegen die difficilen Vorgänge hier wie dort mit gleicher Deutlichkeit hervortreten.

Ich werde daher aus den angeführten Gründen im folgenden zuerst die Vorgänge der Stolobildung an den Knospen von *P. Agassizi* beschreiben und sodann vergleichsweise die Verhältnisse bei *P. giganteum* behandeln.

1. Stolobildung bei *P. Agassizi.*

Stellt man einen Querschnitt durch den stumpfkegelförmigen kurzen Stolozapfen (Taf. XXXIII, Fig. 2) eines jungen Ascidiozooids von *P. Agassizi* her (Taf. XXXIV, Fig. 3), so wird man bei Betrachtung mit stärkeren Systemen unschwer, von der Epidermis umgeben, den zentralen Endostylfortsatz (das Entodermrohr) und zwischen beiden in der allbekannten charakteristischen Anordnung unten und oben den Nerven- bezw. Geschlechtsstrang, rechts und links die Peribranchialstränge gewahren. Alles ist noch dicht gedrängt, eine eigentliche Stolohöhle, die Fortsetzung der mütterlichen Leibeshöhle, ist auf diesem Stadium nicht vorhanden. Das Lumen des Entodermrohres erscheint auf einen etwa kreuzförmigen Spalt dadurch reduziert, daß die dorsale, ganz besonders stark aber die ventrale Wand gegen das Innere zu vorspringt. Von den übrigen Strängen weist nur der Genitalstrang ein Lumen auf (bei *P. Agassizi*). Der von den genannten Strängen nicht eingenommene Raum erscheint mit Mesodermzellen erfüllt. Dieser Umstand erschwert auf diesem Stadium die Auffindung eines siebenten Stranges (*pc'*), der, im Querschnitt höchstens 2 Zellen stark, stets über dem rechten Peribranchialstrange, von diesem und den umgebenden Mesodermzellen aber scharf abgegrenzt, zu erkennen ist. Es ist, wie die weitere Entwickelung zeigt, ein Pericardialstrang, dessen Existenz im Stolo der Pyrosomen bisher von sämtlichen Forschern übersehen worden ist. Daß das auf diesen früheren Stadien geschehen konnte, ist schließlich bei der Kleinheit und Gedrängtheit der Zellen nicht verwunderlich. In den älteren Stadien (vgl. Taf. XXXIV, Fig. 4—12) aber tritt er mit aller Deutlichkeit hervor. Hinsichtlich der Lagebeziehung der Stolostränge zum Muttertier sei schon hier betont, daß der Geschlechtsstrang des Stolos der Dorsalseite, der Nervenstrang der Ventralseite des Mutterascidiozooids zugekehrt erscheinen. Die genannten Stränge liegen also im Stolo gerade umgekehrt als die Organe, welche aus ihnen hervorgehen, später im Ascidiozooid liegen, z. B. der Nervenstrang an der Ventralwand des Entodermrohres, die sich später zum Endostyl, also zu demjenigen Organ (der Lagebeziehung nach) umbildet, welches in allen Entwickelungsstadien die Bauchseite des Tieres kennzeichnet. Der Geschlechtsstrang aber liegt gegenüber, also auf der Dorsalseite des primitiven Darmrohres. Diese Eigentümlichkeiten finden alsbald ihre Aufklärung in den späteren ungleichen Wachstumsverhältnissen der Ventral- und Dorsalwand der Knospe, wie sie schon von Seeliger und Salensky beschrieben worden sind.

Es ist daher meines Erachtens nicht ganz korrekt, wenn die Autoren (Kowalevsky, Joliet, Seeliger, Salensky, Bonnevie) ihre Querschnitte alle so orientiert zeichnen, daß der Geschlechtsstrang nach unten, das Nervenrohr und der Endostyl aber nach oben zu liegen kommt, da gerade der letztere eigentlich das einzige Organ ist, welches während der gesamten Ent-

wickelung nicht verlagert wird und ja nicht nur in den Pyrosomen (in Knospen und entwickelten Tieren), sondern bei allen Tunicaten bekanntlich die Bauchseite kennzeichnet.

Die Totaluntersuchung eines aufgehellten Stolos von dem eben besprochenen Stadium (Taf. XXXIII, Fig. 2) läßt die kleineren der geschnittenen Stränge nicht erkennen, selbst wenn man mit stärkeren Systemen herangeht, nachdem der umhüllende Mantel bis unmittelbar an die Epidermis mühsam wegpräpariert ist. Wohl aber ist das bei den nächstälteren Stadien des Stolos (eines erwachsenen Ascidiozooids) schon möglich (Taf. XXXIII, Fig. 3). Man erkennt bei seitlicher Betrachtung von rechts an dem mehr spindelförmig gewordenen Stolo unzweifelhaft, wie dem mächtigen Entodermrohr lateral ein stärkerer ventraler Strang, der Peribranchialstrang, und, diesem dorsal angeschmiegt, ein dünnerer, es ist der Pericardialstrang, anliegt. Dorsal zieht zwischen Entoderm und Epidermis der Genital-, ventral der Nervenstrang. Der Querschnitt (Taf. XXXIV, Fig. 4) weist die Richtigkeit dieser Beobachtung aus. Nur zwei Veränderungen lassen sich gegen früher konstatieren: Die dorsale Falte des Entodermrohres hat sich geglättet, die bisher soliden Peribranchialstränge sind zu Peribranchialröhren geworden.

Bei der weiteren Entwickelung (Taf. XXXIII, Fig. 4) nimmt die Dicke des spindelförmigen Stolos und seiner Stränge zu. Die Querschnitte (Taf. XXXIV, Fig. 7—9) lassen erkennen, daß die Dickenzunahme durch die bereits im vorigen Stadium angedeutete Entstehung der Stolo-(Leibes-)höhle bedingt wird. Alle Stränge erscheinen durch weite Räume getrennt. Man könnte sagen, der Stolo wird zur Knospe, vornehmlich auch deshalb, weil die Stolostränge Differenzierungen eingehen, was sich unter anderem auch darin ausspricht, daß die einzelnen Querschnitte einer Serie mehr und mehr voneinander abweichen. Man kann deutlich „vorn“ und „hinten“ unterscheiden. Der Querschnitt des Entodermrohres zeigt Herzform; während die Peribranchialröhren im mittleren Knospenabschnitt ihre größte Ausdehnung erlangen, zeigt der Pericardialstrang dieselbe im hinteren Abschnitt. Alle Stränge aber reichen verjüngt bis in die distale Knospenspitze, wie nicht nur die seitliche Betrachtung des Totoobjektes (Taf. XXXIII, Fig. 4), sondern auch die Querschnitte (Taf. XXXIV, Fig. 5 und 6) zeigen.

Besonders hervorgehoben sollen die zwischen Epidermis und Peribranchialröhren auftretenden Mesodermzellen sein, in denen wir die Anlage der Muskulatur der Knospe zu erblicken haben. Sie treten in einschichtiger Lage als Zellplatten auf, und zwar nur in den Schnitten durch den mittleren Knospenabschnitt, und auch erst auf diesem Stadium, nicht schon früher. Trotzdem werden wir sie (vgl. unten S. 339) mit den von Brooks (1893) zuerst aufgefundenen „muscular tubes“ des Salpenstolo homologisieren dürfen.

In Fig. 5, Taf. XXXIII ist ein weiteres Stadium einer jüngeren Knospe gezeichnet, an welcher als wichtigste Neubildungen zunächst die zwei bekannten dorsalen Fortsätze (Salenskys Seitennerven) des ventral gelegenen Nervenstranges auftreten. Dieser letztere hat in seinem proximalen Teile sich stark verdickt und ein spaltförmiges Lumen erhalten, welches sich auch in die beiden, das Entodermrohr umfassenden Verlängerungen fortsetzt. Die Lumina der beiden Fortsätze fließen, nachdem sich die letzteren auf der Dorsalseite erreicht haben, ineinander. (In Fig. 9, Taf. XXXIV ist der dorsale Anschnitt der Vereinigung beider Röhren gezeichnet.) Nach hinten zu erstreckt sich der Nervenstrang stark verjüngt bis in die distale Knospenspitze. Dasselbe gilt von allen übrigen Strängen, ungeachtet der mächtigen Erweiterungen, welche sie alle,

besonders aber die Pericardialröhre und das Entodermrohr im mittleren und vorderen Knospenabschnitte erfahren haben.

Besondere Erwähnung verdient der Pericardialstrang. Sein Längenwachstum hält im proximalen Teile nicht mehr mit dem der Knospe gleichen Schritt, er rückt vielmehr successive in den distalen Abschnitt, wo er auch ein spaltförmiges Lumen ausbildet (Taf. XXXIV, Fig. 10 und 12), also zum „Pericardialrohr" wird, während er nach hinten und nach vorn fein ausgezogen erscheint (Taf. XXXIV, Fig. 11 und 13 *pc'*). Durch die laterale Wand des Entodermrohres und die damit verlötete innere Wand der Peribranchialrohre brechen die ersten Kiemenspalten als feine rundliche Perforationen durch (Taf. XXXIV, Fig. 13). Endlich sieht man, wie bereits der proximale, vor der Knospe liegende Stoloabschnitt sich leicht einzuschnüren beginnt. Die Taf. XXXIV, Fig. 11—13 gezeichneten Schnitte bestätigen die am Totoobjekt gemachten Beobachtungen. Fig. 10 und 12, Querschnitte durch den distalen Teil, lassen zum ersten Male ein deutliches Lumen im Pericardialstrang erkennen, proximal, in Fig. 11 und 13 erscheint er nur eine Zelle (im Querschnitt) mächtig. Es ist die Bestätigung des schon oben hervorgehobenen Verhaltens des Pericardialstranges, allmählich in den distalen Abschnitt der Knospe zu rücken.

Der Nervenstrang erscheint ebenfalls hinten stark verjüngt, nur 1—2 Zellen stark (Taf. XXXIV, Fig. 10 und 12). Die Peribranchialröhren drängen im vorderen Knospenkörper ventral vor, engen bei ihrer Vergrößerung den anliegenden seitlichen Teil des Darmrohres ein (Taf. XXXIV, Fig. 11) und brechen schließlich, nachdem ihre innere, dem Darmrohr anliegende Wand einen Fortsatz gegen diese gebildet hat, in das Darmrohr durch (Taf. XXXIV, Fig. 13). Endlich treten auch hier wieder auf den Schnitten durch den mittleren und vorderen Knospenkörper (Taf. XXXIV, Fig. 11—13) die Mesodermzellenplatten zwischen Peribranchialröhren und Epidermis hervor.

Ueber die zweifelhafte Herkunft des Nervenstranges und der Peribranchialtaschen ist auf diesen Stadien also nichts zu erfahren, die Stränge sind im jungen Stolo, von dem oben ausgegangen wurde, schon gegeben. Versucht man die Stränge des Stolos rückwärts (proximal) in das Muttertier hinein zu verfolgen, so ändert das nichts an dem negativen Resultat.

Zwar stellt das Ektoderm natürlich die Fortsetzung des mütterlichen ektodermalen Hautepithels dar; das Entodermrohr ragt zwar zapfenförmig und blind endigend ein Stück in die mütterliche Leibeshöhle hinein (vgl. Taf. XXXIII, Fig. 5—10) oder erscheint fadenförmig ausgezogen (Taf. XXXIII, Fig. 3, 4), aber die Verbindung mit dem bei *P. Agassizi* und *spinosum* (im Gegensatz zu den übrigen Arten) lang ausgezogenen Endostylfortsatz ist auf diesem Stadium (wieder im Gegensatz zu *P. giganteum*, vergl. Taf. XXXVI, Fig. 9) meist schon durchgeschnürt, der Zusammenhang mit dem mütterlichen Kiemendarm also schon aufgehoben. Von den übrigen Strängen dringen nur der Nervenstrang und der Geschlechtsstrang in die mütterliche Leibeshöhle vor; und zwar der Nervenstrang bloß ein kurzes Stück an der Bauchseite des Mutterascidiozooids entlang, der Geschlechtsstrang dagegen läßt sich als dünner, dem Körperektoderm dicht anliegender Zellstreifen bis hinauf bis zum Oesophagus verfolgen. Bei *P. giganteum* erscheinen beide Stränge viel kürzer. Die Peribranchialstränge und der Pericardialstrang enden, dem Entodermrohr anliegend, blind, wo der Stolo aus dem mütterlichen Körper hervorbricht (vergl. Taf. XXXIII, Fig. 3—5).

Die Aufklärung bringen die folgenden Stadien (Taf. XXXIII, Fig. 6—9) aus der Periode

der Umbildung der Stränge bezw. Röhren des Stolos zu den Organen der Knospe, wobei zahlreiche Verlagerungen eine Rolle spielen.

Der Nervenstrang (Taf. XXXIII, Fig. 6) zerschnürt sich, nachdem die Vergrößerung des proximalen und die Verkleinerung des distalen Teiles weiter fortgeschritten ist, in zwei Hälften. Der proximale wird, wie wir schon gesehen haben, zum Zentralnervensystem und rückt von der Ventralseite mehr an die Stirnfläche der Knospe dorsal zu vor, der hintere dagegen in die distale Spitze der Knospe, wo man ihn auf entsprechenden Schnitten, nur 1—2 Zellen mächtig, verfolgen kann (Taf. XXXIV, Fig. 16). Das Entodermrohr bildet ventral die primitiven Endostylfalten, dorsal, im hinteren Teile, den Verdauungstraktus und im vorderen, schräg dorso-ventral, das Diapharyngealband aus (Taf. XXXIII, Fig. 7, 8). Der wesentlich entodermale Mundapparat macht sein erstes Entwickelungsstadium durch. Nicht nur die Zahl der Kiemenspalten nimmt zu, sondern in dorsoventraler Richtung auch ihre Länge. Gleichzeitig wachsen unter Abflachung der Wände die Peribranchialröhren in dorsaler Richtung zu den Peribranchialräumen aus, bis sie, den Kiemendarm dorsal umfassend, im mittleren Knospenabschnitt zusammentreffen und schließlich zur unpaaren Cloake zusammenfließen (Taf. XXXIII, Fig. 8; Taf. XXXIV, Fig. 5).

Besondere Aufmerksamkeit verdient wieder der bisher übersehene Pericardialstrang. Die bereits beobachtete Verlagerung nach hinten schreitet unter gleichzeitiger Zunahme des Querschnittes fort (Taf. XXXIII, Fig. 6). Schließlich stellt sich das Pericardialrohr, das bis dahin wie alle Stränge ungefähr in der Längsachse der Knospe gelegen hatte, mehr und mehr senkrecht dazu, so daß wir schließlich (Taf. XXXIII, Fig. 7, 8) an der rechten hinteren Seite des Darmtraktus ein dorsoventral gestelltes Pericardialbläschen vorfinden. Nur der Geschlechtsstrang hat keine Veränderung erfahren, er liegt noch immer mediodorsal dicht unter der Epidermis und erstreckt sich vom Ende der dorsalen Nervenröhren bis in die distale Knospenspitze.

Für unseren Gegenstand liegt das wichtigste Verhalten dieser Stadien darin, daß sämtliche Stränge während ihrer eben besprochenen Umbildung zu den entsprechenden Organen nach wie vor bis in das distale Ende der Knospe reichen, mit anderen Worten, daß also die Organe gewissermaßen Fortsätze dahin entsenden, gleichviel, in welchem Knospenabschnitt die Organe liegen, welche aus den betreffenden Strängen hervorgegangen sind.

Am leichtesten wird natürlich die Verlängerung des Kiemendarmes (des stolonialen Entodermrohres), wahrgenommen, der sich im „Endostylfortsatz“ ja bis in die distale Spitze erstreckt [1]).

Ebenso leicht läßt sich der Genitalstrang bis zum Ende verfolgen. Schließlich gelingt es, wenn auch vielleicht nicht so ganz mühelos, bei seitlicher Betrachtung der dargestellten Knospenstadien (Taf. XXXIII, Fig. 6—9) auf das deutlichste und unzweifelhafteste zu sehen, wie die bereits mit Kiemenspalten durchsetzten Peribranchialräume sich gewissermaßen nach hinten ausziehen, einen Fortsatz in das Knospenende senden. Unmittelbar darüber, diesem „Peribranchialfortsatz“ anliegend und ihm parallel laufend, gewahrt man rechts einen zweiten, ebenso dünnen Strang, der von der Rückwand des Pericardialbläschens ausgeht. Also auch das Pericard sendet

1) Ich habe absichtlich wegen der Klarheit der obigen Verhältnisse nur solche Stolonen zur Abbildung gebracht, an denen jeweils nur eine Knospe ausgebildet war, so daß das distale Ende derselben stets geschlossen erscheint. Nur Fig. 5, Taf. XXXII macht eine Ausnahme. Selbstverständlich gilt das Gesagte und alles Folgende auch für Knospenketten.

einen „Pericardialfortsatz“ in die Knospenspitze hinein. Endlich liegt im distalen Teil medioventral ein kurzes dünnes Zellstäbchen, es ist, wie die sorgfältige Durchmusterung einer lückenlosen Knospenreihe unzweifelhaft ergiebt (vgl. auch Taf. XXXIV, Fig. 6—8), der vom Nervenstrange des Stolos abgeschnürte, schon oben erwähnte distale Teil, der „Nervenfortsatz“. Somit finden sich hier am Ende der Knospe wieder alle Stränge des Stolos in Gestalt von „Fortsätzen“ zusammen, aus denen weiter proximal in den betreffenden Knospenabschnitten die entsprechenden Organe entstanden sind.

Wenn die in Fig. 6—10, Taf. XXXIII dargestellten Bilder, wie sie beim gewissenhaften Studium der (scharf aus dem Mantel herauspräparierten) Totoknospen mit stärkeren Systemen dem Auge sich darbieten, für nicht genügend beweiskräftig angesehen werden sollten, so bestätigen die zahlreichen Schnitte jene Beobachtungen durchaus.

Taf. XXXIV, Fig. 16 und 17, und Taf. XXXV, Fig. 1—6 stellen Querschnitte durch das Taf. XXXIII, Fig. 7 wieder gegebene Knospenstadium dar. Für die vorliegenden Verhältnisse interessieren davon wesentlich Fig. 16 und 17, Taf. XXXIV, und Fig. 1 und 2, Taf. XXXV. Fig. 16, Taf. XXXIII stellt den am weitesten distalwärts geführten Schnitt dar. Man sieht den „Endostylfortsatz“ oder den distalen Teil des Kiemendarmes und diesem links eine, rechts dagegen zwei thatsächlich scharf begrenzte Zellgruppen anliegen. Ventral ist eine Zelle, dorsal eine vierzellige scharf begrenzte Gruppe getroffen. Kennt man die Verhältnisse am Totoobjekt und verfolgt aufmerksam die Zellgruppen auf den proximalwärts davor liegenden Schnitten, so ergiebt sich unzweifelhaft, daß der linke und rechte tiefere Zellkomplex den beiden Peribranchialfortsätzen, der rechte höher gelegene dem Pericardialfortsatz zugehört. Ventral ist in der einen Zelle der dünne Nervenfortsatz und dorsal der Geschlechtsstrang getroffen. Fünf Schnitte proximalwärts (Taf. XXXIV, Fig. 17) ist der Nervenstrang schon nicht mehr getroffen, an Stelle des Pericardialfortsatzes ist das Pericardialbläschen selbst bereits angeschnitten, nur die beiden Peribranchialfortsätze zu beiden Seiten des Kiemendarmes und dorsal der Geschlechtsstrang sind noch vorhanden. Fig. 1, Taf. XXXV stellt den übernächsten Schnitt proximalwärts dar. Hier ist das Pericard in seiner ganzen Länge, die Peribranchialfortsätze und der Geschlechtsstrang aber wie vorhin getroffen. Zwei Schnitte weiter, in Fig. 2, Taf. XXXV endlich sind bereits die Spitzen der Peribranchialsäcke geschnitten, während sich der Geschlechtsstrang noch immer proximal fortsetzt (bis auf Fig. 4, Taf. XXXV). Fig. 1, Taf. XXXVII bestätigt, daß die Verhältnisse in einem älteren, in Fig. 9, Taf. XXXIII in toto wiedergegebenen Stadium noch die gleichen sind. (Der „Nervenfortsatz“ ist nicht mehr getroffen.)

Bei der Weiterentwickelung ziehen sich die Peribranchialfortsätze und der Pericardialfortsatz natürlich immer länger und feiner aus (Taf. XXXIII, Fig. 9), um sich endlich von ihren entsprechenden Organen abzuschnüren (Taf. XXXIII, Fig. 10). Die Abschnürung erfolgt aber nicht zu gleicher Zeit; zuerst schnürt sich der rechte Peribranchialfortsatz (Taf. XXXIII, Fig. 10 *pb'*) durch, und zwar wahrscheinlich, weil das darunter liegende, stark wachsende Pericard einen Druck ausübt; hernach erfolgt die Durchschnürung des linken Peribranchialfortsatzes, und noch später löst sich der Pericardialfortsatz vom Pericard. In einem entsprechenden Knospenstadium (Taf. XXXIII, Fig. 10) findet man daher den linken Peribranchial- und den Pericardialfortsatz noch mit den entsprechenden Organen verbunden, den rechten Peribranchialfortsatz dagegen bereits zerschnürt. Der Geschlechtsstrang erfährt zunächst überhaupt keine Abtrennung, während,

wie oben schon ausgeführt, der in der distalen Knospenspitze medioventral gelegene Nervenfortsatz schon in viel jüngeren Knospenstadien (Taf. XXXIII, Fig. 6) vom proximalen Teile, dem Zentralnervensystem, sich trennte. Fig. 2, Taf. XXXVII giebt einen Querschnitt durch das distale Ende des in Taf. XXXIII, Fig. 10 gezeichneten Stadiums und zeigt die fein ausgezogenen, frei durch die Leibeshöhle ziehenden Peribranchialstränge neben Pericard und Endostylfortsatz.

Es könnte mit Bezug auf die besprochenen Querschnitte eingewendet werden, daß solche für die Verfolgung der längsziehenden Fortsätze ungeeignet und nur frontale (horizontale) Längsschnitte durch die Knospe beweiskräftig seien. Dem wäre einerseits entgegenzuhalten, daß sich auf lückenlosen Querschnittsserien auch die dünnsten, einzelligen Stränge sehr genau verfolgen lassen, und die immer an derselben Stelle im folgenden Schnitt auftretende Zelle oder Zellgruppe von regellosen, zufällig liegenden Mesodermzellen sich sehr wohl unterscheiden läßt. Und andererseits ist es so ungemein schwer — wie die seitliche Betrachtung eines Knospenstadiums (etwa Taf. XXXIII, Fig. 7) übrigens sofort ergiebt — auf Längsschnitten gerade die Fortsätze, welche zudem doch nicht ganz geradlinig verlaufen, in ihrer ganzen Länge zu treffen. Muß doch ohnehin schon (bei Herstellung von Querschnitten) die Orientierung der sehr kleinen Objekte mit möglichster Genauigkeit erfolgen, um senkrecht zur Mediane und im Winkel (nach rechts und links) durch die Knospe zu schneiden. Aus diesen Gründen habe ich nur einen nach zwei aufeinander folgenden Schnitten kombinierten Längsschnitt durch das Taf. XXXIII, Fig. 8 gezeichnete Stadium in Fig. 10, Taf. XXXV wiedergegeben. Er zeigt die Fortsetzung der Peribranchialräume und des Pericards zu beiden Seiten des Kiemendarmes und in der Spitze den im Querschnitt getroffenen, an der Dorsalseite ziehenden Genitalstrang (vgl. auch Taf. XXXVIII, Fig. 4).

Somit zeigen auch die entsprechenden Schnitte, daß sich am Ende der Knospe gewissermaßen wieder alle Stränge des Stolos in Gestalt von „Fortsätzen“ derjenigen Organe zusammenfinden, welche aus jenen Strängen des Stolos hervorgingen.

Wenn nun bei der Weiterentwickelung der Knospe zum fertigen Ascidiozooid der eben beschriebene distale Körperabschnitt schließlich als zapfenförmiger Stolo hervorwächst, muß er natürlich von Anfang an alle jene Stränge enthalten, die wir oben im Querschnitt des fertigen Stolos antrafen.

Dazu sei noch auf Taf. XXXIV, Fig. 1 verwiesen. Sie stellt einen Querschnitt durch die eben beginnende Ausstülpung des jungen Stolos (Taf. XXXIII, Fig. 1) aus dem Knospentiere dar, welches in Textfig. 6 *V*, S. 304 dargestellt ist, und zeigt alle jene Elemente, die wir oben (Taf. XXXIII, Fig. 3) dicht gedrängt im Querschnitt desjenigen jungen Stolos fanden, von dem die Betrachtung ausging. Somit wäre der Kreis geschlossen.

Ehe wir zur Betrachtung derselben Verhältnisse bei *P. giganteum* übergehen, sei noch kurz der „Stiel“ betrachtet, durch welchen die Knospe mit dem Muttertiere in Verbindung steht. Schon im Stadium Taf. XXXIII, Fig. 5 beobachten wir, wie der proximale Teil des Stolos sich sanft einschnürt und von der distalen Knospe gewissermaßen als Stiel derselben sich absetzt und mehr und mehr spindelförmige Gestalt annimmt. Natürlich liefert er eine zweite, nachfolgende Knospe und muß deshalb ebenfalls alle Stränge enthalten (vgl. Taf. XXXIII, Fig. 5—10); wie die Querschnitte Fig. 7 und 8, Taf. XXXV zeigen, ist dies auch der Fall.

Allein, wie die Betrachtung eines solchen „Stieles“ in toto schon zeigt und entsprechende Schnitte (Taf. XXXV, Fig. 9) bestätigen, ist der Zusammenhang der vorher kontinuierlich aus dem Muttertiere in die Knospe (den Stolo) ziehenden Stränge (Taf. XXXIII, Fig. 3, 4) bis auf einen Strang, den Endostylfortsatz, an einer Stelle unterbrochen, und zwar unmittelbar proximalwärts vor der (ersten, älteren) Knospe. Die Querschnitte dieser Stelle zeigen eben nur Epidermis und Entodermrohr.

Wenn wir die Bildung des jungen Stolos vom Anfangsstadium (Textfigur 6, *V* und Querschnitt Taf. XXXIV, Fig. 1) bis zu dieser Einschnürung in zwei Knospen verfolgen, so sehen wir, wie jetzt die meisten der im jungen Mutterascidiozooid abgeschnürten Organfortsätze (Peribranchialfortsätze, Pericardial- und Nervenfortsatz), die als „Stolostränge“ den jungen Stolo wieder aufbauen, ihre erste Zerschnürung erfahren, und zwar in einen der (ersten) Knospe verbleibenden Teil und in einen Abschnitt, welcher vom Muttertier in den „Stiel“ (die zweite Knospe) sich erstreckt. Der Geschlechtsstrang hat, wie oben bereits hervorgehoben wurde, im jungen Mutterascidiozooid während der Stolobildung überhaupt keinen „Fortsatz“ abgeschnürt (Taf. XXXIII, Fig. 9 und 10), sondern er erstreckt sich als solcher kontinuierlich so lange bis in die Knospe (durch den Stolo), bis eben jetzt im „Stiel“ (in der zweiten Knospe) seine erste Durchschnürung erfolgt. Somit befindet sich der Geschlechtsstrang zu den anderen Strängen (Peribranchial-, Pericardial- und Nervenstrang) in bemerkenswertem Gegensatz. Während die genannten Stränge alle in der Mutterknospe (z. B. im Stadium Taf. XXXIII, Fig. 10, der Nervenstrang hat sich schon viel früher durchschnürt) bereits Fortsätze abschnüren, welche ihrerseits dann bei Bildung einer zweiten Knospe zum ersten Mal wieder zerschnürt werden (Taf. XXXIII, Fig. 5), zieht der Geschlechtsstrang unzerschnürt, als solcher, aus dem Muttertier in die Knospe (den Stolo) und erfährt mit jenen Fortsätzen zusammen seine erste Zerschnürung. Darum sehen wir ihn, wie oben erwähnt, im Ascidiozooid jeden Alters aus dem Stolo kontinuierlich bis hinauf zum Oesophagus sich erstrecken (Taf. XXXV, Fig. 10 *g*). Ganz anders verhält es sich damit bei *P. giganteum* und den übrigen Arten.

Wieder anders liegen die Verhältnisse beim Endostylfortsatz. Er erleidet im „Stiel“ keine Zerschnürung, sondern wird erst mitdurchschnürt, wenn die ältere Knospe sich von der jungen trennt, also wenn auch die Epidermis durchschnürt wird. Dies geschieht, wie oben (S. 303) schon auseinandergesetzt wurde, bei *P. Agassizi* und *spinosum* oft erst, wenn die jüngere Knospe selbst an dieser Stelle, wo sie mit der älteren verbunden war, zu knospen beginnt. Während dieser langen Zeit wachsen nun bei diesen beiden Arten eben die Verbindungsstellen (wo nur Epidermis und Entodermrohr vorliegt, Taf. XXXV, Fig. 9) zu jenen centimeterlangen Verbindungsröhren oder Stielen aus, an welchen bis 7 Individuen, räumlich sehr getrennt, zusammenhängen. Während diese Verbindungsröhren selbst und in ihnen das Entodermrohr demnach sehr lange persistiert, wird merkwürdigerweise (im Gegensatz zu den anderen Arten) der Endostylfortsatz im jungen Muttertier relativ sehr bald zerschnürt (schon in den Stadien Taf. XXXIII, Fig. 4 ff.), so daß zwar die Kiemendärme aller Knospen eines Muttertieres so lange in Verbindung stehen, bis die Knospen sich lösen, aber keine Verbindung des Kiemendarmes der Mutter mit dem Kiemendarm der Tochtertiere besteht.

2. Stolobildung bei *P. giganteum.*

Nachdem somit für *P. Agassizi* bewiesen worden wäre, daß sämtliche Stränge des Stolos direkt von den entsprechenden Organen des Muttertieres abstammen, sollen die Verhältnisse bei *P. giganteum* vergleichsweise besprochen werden. Dabei werden die Angaben derjenigen Autoren kritisch zu werten sein, welche demselben Gegenstande an dem gleichen Materiale ihre Aufmerksamkeit schenkten.

Was das Aeußere anlangt, so erscheinen die Knospen von *P. Agassizi* in den jüngeren Stadien mehr spindelförmig schlank, die von *P. giganteum* dagegen mehr prismatisch plump. Ferner wird bei *P. Agassizi,* wie eben erwähnt, schon im jungen Ascidiozooid der Endostylfortsatz durchschnürt, der Zusammenhang des mütterlichen Kiemendarmes mit dem Entodermrohr des Stolos, bezw. mit dem Kiemendarm der ersten und aller folgenden Knospen dieses Muttertieres aufgegeben. Bei *P. giganteum* wird dieses Verbindungsstück zwischen mütterlichem Endostyl und Stolo bezw. Knospe nicht eher durchschnürt, als bis sich diese Knospe selbst abtrennt (vgl. Taf. XXXVI, Fig. 4, 9). Ferner reicht weder der Nervenstrang noch der Geschlechtsstrang des Stolos bei *P. giganteum* so weit in die mütterliche Leibeshöhle wie bei *P. Agassizi.*

Noch eine Eigentümlichkeit fällt am Geschlechtsstrang von *P. Agassizi* beim Vergleich mit *P. giganteum* sofort in die Augen. Während der Geschlechtsstrang bei *P. giganteum* (und allen anderen Arten) auf allen Stadien zahlreiche in Entwickelung begriffene Eizellen birgt — wenn auch nur eine in jedem Tiere zur Reife gelangt — besteht der Genitalstrang bei *P. Agassizi* in allen seinen Teilen (im Stolo wie in der Leibeshöhle des Ascidiozooids) aus großen spindelförmigen Zellen, von denen aber nicht eine einzige auch nur einen Ansatz zur Entwickelung eines bläschenförmigen Eikernes verrät. Auch auf allen folgenden Stadien der Stoloentwickelung bis wieder zum fertigen Muttertiere behält er diese Beschaffenheit. Dieser Umstand ist ein Ausdruck für die bereits von Ritter und Byxbee, den ersten Beobachtern (1905), konstatierte Thatsache, daß *P. Agassizi* auf den bisher beobachteten Stadien keine Geschlechtsorgane entwickelt[1]). Somit liegt hier eine eigentümliche, langandauernde Verzögerung der Geschlechtszellendifferenzierung vor, wie sie bei keiner anderen Pyrosomenart stattfindet.

Was nun die Zahl der den Stolo von *P. giganteum* zusammensetzenden Stränge anlangt, so findet sich, wie selbstverständlich nicht anders erwartet werden kann, auch hier zufolge der Entstehung von allem Anfang an der Pericardialstrang neben den bekannten 6 Strängen. Nicht nur am Totoobjekt (vgl. Taf. XXXV), sondern auch auf den Querschnitten durch jüngste Stolonen (Taf. XXXVII, Fig. 3, 5) läßt sich allenthalben dorsal über dem rechten Peribranchialstrange die scharf begrenzte Zellgruppe deutlich herausfinden. Es sei nur auf den Querschnitt Taf. XXXVII, Fig. 5 verwiesen, der dem Querschnitt durch einen gleichaltrigen Stolo von *P. Agassizi,* Fig. 3, Taf. XXXIV, entspricht. Bis auf die nicht eingefaltete ventrale Wand des Ento-

1) Die von der „Valdivia" gefischten Stöcke von *P. Agassizi* sind im Maximum nur etwa 17 cm lang. Das von Ritter und Byxbee beschriebene Stöckchen maß 12 cm. Durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Krüger-Berlin war ich (1911) in der Lage, mitteilen zu dürfen, daß auch die Ascidiozooide der gewaltigen, zum Teil über 1 m großen Kolonien von *P. Agassizi* aus der Sammlung des Fürsten von Monaco keine entwickelten Geschlechtszellen zeigen. Wir dürfen demnach auf eine recht stattliche Stockgröße dieser Form schließen.

dermrohres und die im Genitalstrang angeschnittene große Eizelle zeigt er genau dieselben Verhältnisse wie jener Schnitt von *P. Agassizi*. Er entspricht auch etwa den von SEELIGER auf Taf. V, Fig. 49 und 50 gezeichneten Querschnitten durch einen jungen Stolo von *P. giganteum*. SEELIGER stellt aber einen Nervenstrang dar, der von den umgebenden Mesodermzellen nicht im mindesten abgegrenzt ist. Der Pericardialstrang fehlt. Ich muß aber hervorheben, daß, wie es übrigens ja zufolge der Entstehung dieser Stränge gar nicht anders sein kann, dieselben scharf abgegrenzt bereits vorhanden sind.

Wenn weder JOLIET, noch SEELIGER, noch BONNEVIE den Pericardialstrang in den Schnitten der entsprechenden Stadien (JOLIET 1888, Pl. I, Fig. 1, 6, 8, 9; SEELIGER 1889, Taf. V, Fig. 49—55; BONNEVIE 1896, Tab. VII, Fig. 6) fanden und wenn sie ihn dementsprechend nicht zeichneten, so hatte das vielleicht einmal seinen Grund in dem nicht ganz tadellos erhaltenen Material, sodann aber wahrscheinlich darin, daß sie den entsprechenden Strang auch am Totoobjekt nicht beobachtet hatten. So bildet SEELIGER (Taf. I, Fig. 7 und 8; Taf. II, Fig. 9—19) die von mir in den Figg. 1—9, Taf. XXXVI dargestellten Stadien der Stoloentwickelung ab, ohne aber jemals den Pericardialstrang einzuzeichnen. Dasselbe gilt von den Figg. 8 und 16 auf Tab. VII bei BONNEVIE.

Verfolgt man die von mir in den Figg. 4—9, Taf. XXXVI dargestellten Umlagerungen der Stolostränge und deren Umbildung zu den Organen der Knospe bei *P. giganteum* und vergleicht damit die entsprechenden Stadien von *P. Agassizi* (Taf. XXXIII, Fig. 3—8), so wird die Analogie ohne weiteres klar: Auch hier erstrecken sich in allen Stufen der Entwickelung die Stränge des Stolos bis in das distale Ende der Knospe, sie ziehen sich schließlich hier wieder gewissermaßen zu Fortsätzen derjenigen Organe aus, welche im mittleren und proximalen Abschnitt aus den Strängen hervorgehen, was im einzelnen noch kurz erörtert werden möge.

Peribranchialräume und Pericard. Was die Peribranchialräume anlangt, so sollen sie in den Pyrosomenknospen nach JOLIET und SEELIGER eine mesodermale, nach BONNEVIE eine entodermale Entstehung nehmen; das Pericard dagegen, so meinen die genannten Forscher, gehe aus freien Mesodermzellen hervor. Im einzelnen leitet SEELIGER die Peribranchialröhren von zwei „Mesenchymzellsträngen“ ab, welche zu beiden Seiten des Endostylfortsatzes gelegen sind, während JOLIET — soviel ich verstehe — das Eläoblastgewebe als Ursprungsort zu betrachten scheint. BONNEVIE glaubt bewiesen zu haben, daß die Peribranchialröhren als Ausstülpungen des Endostyls entstehen. Die Bildung des Pericards meint SEELIGER auf einem Stadium beobachtet zu haben, welches etwa zwischen den von mir Taf. XXXVI, Fig. 6 und 7 dargestellten liegt; und zwar soll es aus einem kleinen Haufen Mesenchymzellen am distalen Ende der rechten Peribranchialröhre hervorgegangen sein (S. 40). BONNEVIE erwähnt die Entstehung der Pericards mit keinem Worte, zeichnet es auch nicht ein einziges Mal ein, sondern begnügt sich, in der „Rekapitulation“ (S. 13) die mesodermale Entstehung zu behaupten.

Die Knospen von *P. giganteum* aber zeigen bei seitlicher Betrachtung ebenso unzweifelhaft wie die von *P. Agassizi*, daß auf allen Entwickelungsstadien auch die Peribranchialstränge und der Pericardialstrang bis in die distale Spitze der Knospe reichen, wenn auch nur im mittleren und vorderen Knospenabschnitt aus diesen Strängen die entsprechenden Organe, Peribranchialtaschen bezw. Pericard, hervorgehen. Es

senden eben, was dasselbe sagt, diese Organe (wie bei *P. Agassizi*) im späteren Alter (Taf. XXXVI, Fig. 9) gewissermaßen Fortsätze in den distalen Teil der Knospe. Verfolgt man insbesondere den Pericardialstrang durch die Stadien (Taf. XXXVI, Fig. 4—8), so erkennt man wieder, wie er successive in den hinteren Teil der Knospe rückt, wo dann (Taf. XXXVI, Fig. 8) sein vorderer Abschnitt ein Lumen erhält und zum Pericardialbläschen wird, während der distale Teil, nach wie vor fein ausgezogen, den „Pericardialfortsatz" giebt.

Zugegeben muß werden, daß in den Knospen von *P. giganteum* das Auffinden dieser (und der übrigen) feinen Stränge wesentlich durch die gewaltige Entwickelung des Eläoblastes erschwert wird. Auch der Umstand, daß die Abschnürung der Stränge, vielleicht eben wegen der mächtigen Ausbildung des Eläoblastgewebes, im allgemeinen früher erfolgt, kann zu Irrtümern führen. Wir finden auf dem Taf. XXXVI, Fig. 10 gezeichneten Stadium schon die Peribranchialfortsätze und auch den Pericardialfortsatz vom Mutterboden abgeschnürt, während bei *P. Agassizi* auf dem entsprechenden Stadium (Taf. XXXIII, Fig. 9) die genannten Stränge noch nicht abgeschnürt erscheinen; der Pericardialstrang steht sogar bei *P. Agassizi* noch viel länger (Taf. XXXIII, Fig. 10) mit dem Pericard in Verbindung. Aber auch bei *P. giganteum* erfolgt wie bei *P. Agassizi* die Durchschnürung des rechten Peribranchialstranges früher als die des linken (Taf. XXXVIII, Fig. 4), zuletzt folgt wieder der Pericardialstrang.

Wenn aber der rückwärtige Zusammenhang der Stränge mit dem Mutterboden bereits in frühen Stadien gelöst ist, können die feinen Stränge im Distalabschnitt der Knospe leicht für Aggregationen freier Mesodermzellen gehalten werden, falls nämlich der Zusammenhang der Stränge mit den entsprechenden Organen selbst nicht in toto oder auf Schnitten aufgefunden worden ist.

Thatsächlich hat nun auch Seeliger (ebenso wie Salensky in den 4 Primärascidiozooiden, siehe unten S. 340 ff.) die zu beiden Seiten des Endostylfortsatzes ziehenden „Peribranchialfortsätze" und den „Pericardialfortsatz" auf Schnitten verfolgt, sie aber eben für jene „Mesenchymzellstränge" gehalten und dabei den rechten Peribranchial- und den Pericardialfortsatz für einen einzigen Strang angesehen, wie seine Figuren 34—38 zeigen. Die zugehörigen Abbildungen derjenigen Stadien (Fig. 2, Taf. IV), von welchen diese Schnitte hergestellt wurden, und seine Worte beweisen aber, daß der Zusammenhang der Peribranchialstränge mit den Peribranchialtaschen leider auf diesen Stadien schon gelöst war und nur der Pericardialstrang (den Seeliger aber nicht als getrennten Strang neben dem rechten Peribranchialstrange erkannt hatte) noch in Verbindung mit dem Mutterboden stand. Er schreibt nämlich (S. 5): „Einige Mesenchymzellen bilden an jeder Seite des Entodermfortsatzes schon in jüngeren Knospen einen Zellstrang, der auf dem Querschnitte gewöhnlich 1—3 Zellen zeigt. Auf geeigneten Längsschnitten sieht man, daß dieser Zellstrang auf der rechten Seite proximal zu bis dicht an das Pericardium heranreicht." Und von einem älteren Stadium heißt es (S. 6): „Die rechte (Peribranchialröhre) setzt sich nach vorn, gegen den Endostyl des Muttertieres zu, in jenen mesodermalen Zellstrang fort ...., der sich an das Pericardium dicht anlegt, so daß der Schein erweckt werden kann, als ob die Peribranchialröhre eine Ausstülpung desselben sei." Auf Grund von Längsschnitten, die für die vorliegenden Verhältnisse meist nicht eindeutig sein werden, wurde Seeliger offenbar zu der falschen Meinung veranlaßt, es fließe (unser) „Pericardialstrang"

mit dem rechten Peribranchialstrange zusammen. Aehnliche Stadien wie die eben besprochenen, von SEELIGER in Fig. 34—38 wiedergegebenen zeigen meine Fig. 4, Taf. XXXVII, und Fig. 3, Taf. XXXVIII (siehe Tafelerklärung).

Taf. XXXVIII, Fig. 3 zeigt rechts und links vom Endostylfortsatz die Peribranchialstränge und den Pericardialfortsatz, ventral den Nervenfortsatz. Auf Fig. 4, Taf. XXXVII ist der letztere schon nicht mehr getroffen, die Peribranchialfortsätze aber erscheinen stärker, weil sie jünger sind. Endlich Taf. XXXVII, Fig. 3, ein Querschnitt durch das jüngste dargestellte Entwickelungsstadium, auf welches die Bezeichnung „Stolo" anwendbar ist (Taf. XXXVI, Fig. 2), zeigt, wenn auch auf sehr engem Raume, deutlich alle 6 Elemente des Stolos. Schließlich sei noch auf Taf. XXXVIII, Fig. 4 verwiesen, einen gelungenen frontalen Längsschnitt durch den distalen Teil einer Knospe mittleren Alters, welcher den direkten Zusammenhang des linken Peribranchial- und des Pericardialfortsatzes mit den entsprechenden Organen erkennen läßt, und (mit den vorausgehenden und nachfolgenden Schnitten) zeigt, daß der rechte Peribranchialfortsatz bereits abgeschnürt ist.

Wie schon hervorgehoben, bestreitet BONNEVIE (1896) die von SEELIGER behauptete Entstehung der Peribranchialröhren und des Nervenrohres aus dem Mesoderm und lehrt dagegen die andere von KOWALEVSKY (im Hinblick auf die Ascidien) vermutete entodermale Abkunft der beiden Stolostränge. Sie glaubte auf einem Stadium der Stolobildung, ähnlich dem von mir Taf. XXXVI, Fig. 4 dargestellten, die Entstehung der Peribranchialröhren als Ausstülpungen der Seitenwand des Entodermrohres, richtiger des Endostylfortsatzes, beobachtet zu haben. In Fig. 1—6, Taf. VII zeichnet die Verfasserin eine Serie Querschnitte durch das bezeichnete Stadium. Davon haben nur die Schnitte Fig. 5 und 6 die Knospe (den Stolo) quer getroffen, durch die übrigen, proximalwärts geführten Schnitte (besonders Fig. 2 und 3) wurde der Endostylfortsatz ziemlich genau (wie es nicht anders sein kann, vgl. z. B. meine Fig. 4, Taf. XXXVI) längs zerlegt. Dabei mußten natürlich auch die beiden seitlich anliegenden Peribranchialfortsätze und der Pericardialfortsatz getroffen werden. Die Zellgruppen dieser Stränge hat — das geht aus Fig. 2 und 3 unzweifelhaft hervor — BONNEVIE für jene Peribranchialausstülpungen des Endostylfortsatzes gehalten. Wenn es noch eines Beweises für die Richtigkeit dieser Behauptung bedürfte, so ist es der Umstand, daß die rechte Zellgruppe ganz richtig bedeutend größer (mehrzelliger) gezeichnet wird, als die linke; denn hier sind ja zwei Stränge, der Pericardial- und rechte Peribranchialfortsatz, getroffen, links dagegen nur der linke Peribranchialfortsatz. Wenn die Verfasserin auch nur einmal den Endostylfortsatz quer geschnitten hätte, müßte sie erkannt haben, daß zwischen den Zellen, welche zu beiden Seiten des Endostylfortsatzes hinlaufen, und diesem selbst kein Zusammenhang besteht, was bei jenen Längsschnitten immerhin leichter dem Auge vorgetäuscht werden konnte.

SEELIGER, der (1906) in einem Referate die Befunde von BONNEVIE bespricht und mit Recht bezweifelt, macht auch auf die histologische Verschiedenheit des Peribranchialstranges von den Elementen des Entodermfortsatzes, wie sie aus Fig. 3 der Verfasserin spricht, aufmerksam. Ganz besonders aber möchte ich SEELIGER beistimmen, wenn er das abgebildete Stadium für viel zu weit vorgeschritten erklärt, um über die erste Entstehung der Peribranchialröhren Auskunft zu geben. Sie sind schon in jüngeren Knospenstadien vorhanden (vgl. meine Fig. 3, Taf. XXXVII) und entstehen bereits als „Peribranchialfortsätze" in einer Knospe (Taf. XXXVI,

Fig. 9), die allerdings viel jünger ist als das Ascidiozooid, aus dessen Endostylfortsatz die Peribranchialröhren sich nach Bonnevie ausstülpen sollten.

Wenn Seeliger aber in demselben Referat dem Gedanken Ausdruck verleiht, „daß eine völlig befriedigende Lösung der Frage überhaupt nicht an Schnittserien gewonnen werden könnte", sondern nur durch Studium des lebenden Materials, so hoffe ich zuversichtlich, mit der vorliegenden Darstellung den Beweis für die Unrichtigkeit der Vermutung Seeligers erbracht zu haben. Allerdings mit den vielfach überschätzten „Schnittserien" allein werden sich derlei Fragen nicht sicher entscheiden lassen, wohl aber, wenn sie dem vielfach vernachlässigten, sorgfältigen Studium der aufgehellten Totoobjekte nachfolgen und nur gewissermaßen zur Bestätigung der Beobachtungen, die dabei gemacht wurden, dienen. Schnitte allein werden stets mehrdeutig sein. Ob man aber thatsächlich an die kleinen lebenden Objekte mit stärkeren Vergrößerungen so weit herankommen kann, daß diese difficilen Vorgänge beobachtet werden können, möchte doch zweifelhaft erscheinen.

Nervensystem. Verfolgt man den Nervenstrang in den Stadien Taf. XXXVI, Fig. 5 bis 8, so erkennt man, daß auch in den Knospen von *P. giganteum* sehr frühe (auf einem Stadium, welches zwischen den Taf. XXXVI, Fig. 7 und 8 gezeichneten liegt) eine Zerteilung desselben in einen vorderen und hinteren Abschnitt erfolgt. Aus dem proximalen Teile geht schließlich das gesamte Nervensystem der Knospe hervor, während der hintere wieder als „Nervenfortsatz" in den neuen Stolo eintritt. Erwähnt sei nur, daß im Gegensatz zu *P. Agassizi* das distale Ende dieses abgeschnürten Nervenfortsatzes sich von der Epidermis abhebt und an die ventrale Kiemendarmwand anlehnt (Taf. XXXVI, Fig. 5—8), während dasselbe bei *P. Agassizi* nach wie vor der Epidermis medioventral anliegen bleibt.

Uebrigens läßt sich dieser dünne „Nervenfortsatz" am Totoobjekt von allen Stoloelementen am schwersten zwischen dem dichten Eläoblastgewebe nachweisen. Und es ist aus diesem Grunde, ganz besonders aber deshalb, weil er sich so frühe und in so kleinem Objekt schon vom Nervenstrange abschnürt, meines Erachtens viel weniger verwunderlich, wenn er übersehen wurde, als es bei den Peribranchialröhren und dem Pericardialstrange der Fall ist.

Wenn aber die Abschnürung jenes Fortsatzes vom Nervenstrange nicht beobachtet und dieser Fortsatz im distalen Teile der Knospe selbst übersehen wurde, blieb nichts übrig, als anzunehmen, der im jungen Stolo schon auftretende Nervenstrang (das „Nervenrohr") sei aus Mesodermzellen hervorgegangen (Seeliger, Joliet). Und zwar glaubt Seeliger (1889, S. 8), daß die dorsal über dem Endabschnitt des Entodermrohres gelegene Zellmasse, aus welcher das „primäre „Nervenrohr" (= der Nervenstrang des Stolos) hervorgeht (vgl. *n'* in Fig. 3, Taf. XXXVI), die am weitesten vorgeschobenen Mesodermzellen des Keimstranges (Geschlechtsstranges, *g'* in Fig. 3, Taf. XXXVI) seien. In Wirklichkeit besteht aber eben hinsichtlich der Entstehung kein Zusammenhang zwischen dem Zellkomplex ventral und dorsal vom Endostylfortsatz, sondern der dorsale ist der in früheren Knospenstadien distalwärts abgeschnürte Teil des Nervenstranges, der ventrale dagegen der Geschlechtsstrang. Allerdings berühren sich die beiden Stränge mit ihren Enden, wenn die Hervorwölbung des jungen Stolo aus dem Muttertier eben beginnt (Taf. XXXVI, Fig. 1 und 2). Erst der vordringende Endostylfortsatz trennt beide Stränge (Taf. XXXVI, Fig. 4 und 5), und man würde, nur auf Grund dieser Bilder, nie behaupten können, daß auf den

Anfangsstadien (Fig. 1 und 2, Taf. XXXVI) zwei völlig verschiedene Stoloelemente in den Zellen verborgen seien, welche die Spitze des Endostylfortsatzes kappenförmig umhüllen, wenn man nicht auch die Herkunft des dorsalen Teiles, eben des Nervenstranges, Schritt für Schritt verfolgen könnte, und zwar sowohl in toto, als auch auf Schnitten.

So lassen z. B. die Querschnitte Taf. XXXVII, Fig. 6 durch das Fig. 5, Taf. XXXVI gezeichnete Stadium alle noch den ventralen Nervenstrang erkennen; ebenso läuft der Nervenstrang noch kontinuierlich durch alle Querschnitte (Taf. XXXVII, Fig. 7—9) des Taf. XXXVI, Fig. 6 wiedergegebenen Stadiums. Dagegen zeigen von dem Stadium auf Taf. XXXVI, Fig. 8 nur die distalen Querschnitte (Taf. XXXVII, Fig. 10 und 11) noch ventral den Nervenstrang, während er auf den mittleren (Taf. XXXVII, Fig. 1 und 2) fehlt. Die Durchschnürung ist also inzwischen erfolgt.

Was die Angaben von Bonnevie über die Entstehung des Nervensystems anlangt, so müssen dieselben ebenfalls, wie die über die Abstammung der Peribranchialröhren, als durchaus unzutreffend bezeichnet werden. Das Nervensystem soll, kurz gesagt, auf dem von mir etwa in Fig. 5, Taf. XXXVI dargestellten Stadium in Gestalt zweier Röhren aus den entodermalen Peribranchialtaschen herauswachsen, nachdem diese selbst sich durch einen U-förmigen Kanal auf der späteren Rückenseite oberhalb des Nervenrohres vereinigt haben. Die beiden Nervenröhren umfassen dann das Darmrohr ventral und vereinigen sich zu einer breiten Zellmasse, die dem Entodermrohr ventral aufliegt. Abgesehen davon, daß Bonnevie dabei dorsal und ventral verwechselt, enthält diese ganze Darstellung einen einzigen großen Irrtum. Die beiden Röhren, welche U-förmig aus dem Peribranchialraum als dessen Teile entstehen, ventral weiter wachsen und sich vereinigen sollen, sind natürlich die beiden so frühzeitig aus dem Zentralnervensystem auswachsenden Nervenröhren (die Seitennerven Salenskys, das spätere 8. Nervenpaar). Die ventral gelegene Zentralnervenmasse (den Nervenstrang des Stolos, welcher später aus dieser hervorgehen soll) hat Bonnevie, worauf schon Seeliger (1906) hinweist, auf jenen frühen Stadien (Taf. I, Fig. 6) ganz und gar übersehen. Dort sollen nur einzelne lockere Mesenchymzellen liegen.

In Wirklichkeit liegen die Dinge gerade umgekehrt: Aus dem proximalen Teile des „Nervenstranges“ (dem späteren Zentralnervensystem) wachsen, noch lange ehe der distale Teil sich abgetrennt hat (vgl. oben S. 326), die Nervenröhren aus und umgreifen das Entodermrohr.

Jener Auffassung von Bonnevie entsprechend (die zunächst am Totoobjekt dargelegt wird), enthalten auch die Schnitte 11, 12 und 17, 22 und 26 grobe Irrtümer. In den Längsschnitten Fig. 11 (durch ein jüngeres), 22 und 26 (durch ein älteres Stadium) sehen wir ein Divertikel des Peribranchialraumes als Nervenrohr sich abschnüren (!). Davon ist keine Rede. Beide Organanlagen sind völlig getrennt. Die gezeichnete Kommunikation (und die daraus gefolgerte Entstehung des Nervensystems aus dem Peribranchialraum) ist ein großer Irrtum. In dem Querschnitt Fig. 17 kommt ebenfalls eine Verbindung des Nervensystems mit den Peribranchialröhren zur Darstellung. Die ringförmige Anordnung des Zentralnervensystems mit seinen zwei dorsalen Fortsätzen tritt auf Querschnitten durch die vordere Partie der Knospe thatsächlich in Erscheinung, aber eine Kommunikation der Peribranchialhöhlen mit dem Nervenrohr findet keinesfalls statt.

Geschlechtsstrang. Der Geschlechts- oder Keimstrang läßt sich in den Knospen von *P. giganteum* unter allen Strängen am leichtesten verfolgen, weil er von Anfang an der mächtigste ist und immer eine Menge in Entwickelung begriffener, nicht zu übersehender Eizellen birgt. Er erstreckt sich, die Dorsalseite der Knospe kennzeichnend, in jüngeren Stadien kontinuierlich (Taf. XXXVI, Fig. 4, 5) durch die ganze Knospe (den Stolo) und reicht bekanntlich stets ein Stück in die mütterliche Leibeshöhle hinein. Wenn eine zweite Knospe sich abzuschnüren, der „Stiel" der Knospe sich abzusetzen beginnt, schnürt er sich wie die übrigen Stränge durch (Taf. XXXVI, Fig. 6), wobei gleichzeitig das in der älteren Knospe verbleibende Stück durch die „Seitennervenröhre", später (Taf. XXXVI, Fig. 7 und 8) aber auch durch den entstehenden Darmtraktus und die dorsal vordringenden Peribranchialtaschen in den distalen Knospenabschnitt gedrängt wird. Während dieser Verlagerung hebt bereits die Ausbildung von Ovar und Hoden an (siehe bei Seeliger, 1889, S. 44). Schließlich schnürt sich, wie Seeliger (1889, S. 45) das bereits völlig zutreffend geschildert hat, der distale Teil ab und zwar, wie die Figg. 9 und 10, Taf. XXXVI zeigen, etwa zu derselben Zeit, wo auch die übrigen Organ-„Fortsätze" vom Mutterboden sich loslösen.

Der in der Knospe verbleibende Teil bildet sich natürlich, wie schon bemerkt, zu den Geschlechtsorganen um, der abgeschnürte distale tritt als „Geschlechtsstrang" in den Stolo ein. Im Gegensatz zu diesem Verhalten bei *P. giganteum* erfolgt, wie schon oben betont wurde, bei *P. Agassizi* weder auf dem entsprechenden Knospenstadium (Taf. XXXIII, Fig. 9) noch früher eine Zerschnürung des Geschlechtsstranges in einen der Knospe verbleibenden Teil und in einen „Geschlechtsfortsatz", der in den Stolo tritt, sondern der Geschlechtsstrang zieht sich unzerschnürt, als solcher, in den Stolo und erfährt seine früheste Teilung erst, wenn proximal vor der älteren Knospe eine zweite jüngere sich abzuschnüren beginnt (Taf. XXXIII, Fig. 5). Dieses Verhalten bei *P. Agassizi* dürfte wohl mit dem embryonalen Zustande des Geschlechtsstranges in Verbindung zu bringen sein.

Für Seeliger ist „der einem jeden Segment (des Stolos) zukommende Teil des Geschlechtsstranges für die ungeschlechtliche Vermehrung der Pyrosomen von eminenter Bedeutung, denn er läßt — nach seiner Ansicht — sowohl den Zwitterapparat entstehen, als auch das gesamte Mesoderm aller späteren Knospen, welche das Tier weiterhin noch hervorbringen kann" (S. 44).

Seeliger leitet also nicht nur (S. 45) Blut- und Bindegewebszellen (z. B. auch den dorsalen Mesenchymzellenhaufen) vom Geschlechtsstrange ab, sondern konsequenterweise auch die Peribranchialstränge. Daß wenigstens diese letztere Angabe irrig ist, glaube ich bewiesen zu haben. Salensky bezweifelt, ohne allerdings, wie Seeliger schon entgegnete, die Verhältnisse in den Sekundärknospen studiert zu haben, auch die Entstehung der übrigen zitierten Gewebsteile vom Geschlechtsstrang, und die ausführlichen Darlegungen Julins (1912) dürften diese Zweifel berechtigt erscheinen lassen.

Wenn wir versuchen, aus den im Vorstehenden mitgeteilten Befunden über die Entstehung und die Zugehörigkeit der Knospenorgane zu den Keimblättern allgemeine Schlüsse über die Stellung der Pyrosomen zu ziehen, so müssen diese natürlich anders als die von Seeliger und Bonnevie gezogenen ausfallen. Bonnevie glaubte, in ihren von Seeliger und Joliet wesentlich abweichenden Beobachtungen zu Resultaten gekommen zu sein, „whereby the relationship of *Pyrosoma* to Synascidiae is also confirmed by a resemblance in the manner of

the development of their buds" (S. 8). Wir werden der Verfasserin insofern recht geben müssen, als viele gemeinsame Züge, welche auf eine Verwandtschaft deuten, Synascidien und Pyrosomen verbinden (vgl. oben S. 320 ff.); aber, das hoffe ich gezeigt zu haben, die Entwickelung der Knospenorgane bei *Pyrosoma* hat mit der bei Ascidien von vielen Forschern (Kowalevsky, Hjort, Caullery, Bonnevie) übereinstimmend angegebenen Entstehung des Nervensystems und der Peribranchialräume aus dem inneren Blatte, dem primitiven Darmrohr, nichts zu thun.

Seeliger dagegen war der Ansicht, daß seine Angaben über die Herkunft der Stolostränge resp. Knospenorgane bei Pyrosomen eine wesentliche Stütze in den bei der Knospung der Salpen beobachteten Verhältnissen finden, zumal er selbst (1885) die Peribranchialröhren und das Nervensystem in den Salpenknospen vom Mesoderm ableitete. Dem widersprechen aber Brooks (1893) und Korotneff (1894), welche das Nervenrohr der Salpenknospen vom Ektoderm ableiten. Die Entstehung der Peribranchialröhren wird bekanntlich noch widersprechender angegeben; sie sollen nach Kowalevsky (1868) von der Cloake selbst, nach Salensky (1877) vom Pericard, nach Korotneff (1894) vom Entodermrohr aus entstehen.

Da lediglich auf Grund der widersprechenden Angaben natürlich nicht zu entscheiden ist, wenn im einzelnen Falle die thatsächlichen Verhältnisse richtig beobachtet wurden und wenn Beobachtungsfehler vorliegen, die sich hier, wie angegeben wird, aus der Kompliziertheit der Materie ergeben, so erscheint es auch müßig, die Verhältnisse bei Pyrosomen und Salpen eingehend zu vergleichen. Aber die Vermutung darf vielleicht ausgesprochen werden, daß doch am Ende hier und dort die gleichen Verhältnisse vorliegen möchten, die durch erneute Untersuchungen des Salpenstolos aufgeklärt werden könnten. Neben den übereinstimmenden Angaben von Brooks und Korotneff über die ektodermale Entstehung des Nervensystems ist — wenn wir von der strittigen Herkunft der Peribranchialröhren absehen — jedenfalls noch die Bestätigung der von Brooks zuerst aufgefundenen „muscular tubes" durch Korotneff bemerkenswert und sodann die Angabe Korotneffs über die Existenz eines Pericardialstranges.

Was die „muscular tubes" in den Salpenknospen anlangt, so möchte ich glauben, daß wir mit einem gewissen Recht die in den jungen Pyrosomenknospen (Taf. XXXIV, Fig. 7, 8, 11, 13, 14, 15, und Taf. XXXVII, Fig. 6) zwischen Peribranchialröhren und Epidermis auftretenden Mesodermzellenlagen mit jenen Gebilden homologisieren dürfen. Zwar treten sie nicht schon in den jüngsten Entwickelungsstadien auf (vgl. Taf. XXXIV, Fig. 1, 3, 4; Taf. XXXVII, Fig. 3 u. 5), erstrecken sich auch nicht durch die ganze Länge des Stolos bezw. der jungen Knospe, auch liegt bestimmt keine röhrenförmige Anordnung der Zellen vor. Es ist aber zu bedenken, daß die Muskulatur der Pyrosomen nicht im entferntesten an die der Salpen heranreicht. Am muskelkräftigsten sind unter den Pyrosomen zweifellos *P. Agassizi* und *spinosum*; denn ihnen ist ein „ventrales und dorsolaterales" Muskelsystem eigen (s. systematischen Teil), welches den übrigen Arten völlig abgeht. Daher wohl auch bei *P. Agassizi* — bei *P. spinosum* habe ich die Verhältnisse nicht studiert — jene seitlichen Bänder von Muskelzellen im allgemeinen auf den Knospenquerschnitten deutlicher in die Erscheinung treten als z. B. bei *P. giganteum*.

Diese immerhin vorläufig nur teilweise Uebereinstimmung der Stoloverhältnisse bei Pyrosomen und Salpen deutet doch wohl zweifellos auf eine engere Verwandtschaft beider Tunicatengruppen hin und zwar, mit anderen Thatsachen zusammengenommen, auf die Möglichkeit der Entstehung der Salpen (und Dolioliden) aus pyrosomenartigen Tunicaten, wie das Seeliger be-

reits, freilich auf Grund irriger Befunde, betonte. Wenn die Pyrosomen sich in Bezug auf die stoloniale Entwickelung von den Synascidien, mit denen sie im übrigen zweifellos vieles Gemeinsame verbindet, erheblich unterscheiden, so deutet dieser Umstand vielleicht auf die auch bereits von Seeliger behauptete, im Tunicatenstamm mehrfach gesondert aufgetretene Fähigkeit zu ungeschlechtlicher Vermehrung hin. Wie dem auch sein mag, jedenfalls gilt für die Pyrosomen der Satz: „daß in der Knospe keines der wichtigen Organe neu angelegt wird, sondern daß alle wichtigeren Organanlagen aus dem Muttertier in den Stolo und in die Knospen übergehen, während wirkliche Neubildung von Organanlagen nur im Embryo stattfindet". (Korschelt und Heider 1893, S. 1418.)

Als „Muttertier" kann bei den Pyrosomen natürlich jedes Ascidiozooid in Betracht kommen, und thatsächlich knospen sie auch alle ohne Ausnahme. In letzter Linie stammen aber alle Einzeltiere durch Knospung von den 4 Primärascidiozooiden ab, die ihrerseits vom Cyathozooid aus entstanden sind. Es führt somit die Untersuchung der Entstehung des Stolos in den Ascidiozooiden der Pyrosomenkolonie von selbst zurück auf die Stolobildung in den 4 Primärascidiozooiden, welche im folgenden Abschnitt besprochen werden soll.

4. Zur Embryonalentwickelung.

a) Die Entstehung des Stolo prolifer in den 4 Primärascidiozooiden.

Die Frage nach der Entstehung des Stolos in den 4 Primärascidiozooiden ist zuerst von Seeliger (1889), aber wie er selbst angiebt, an unzureichendem Material und beiläufig, in seiner Arbeit „Zur Entwickelungsgeschichte der Pyrosomen" behandelt worden. Mehr Aufmerksamkeit hat Salensky (1892) bei der Darstellung der postembryonalen Entwickelung diesem Punkte geschenkt. Seine vielfach von Seeliger abweichenden Befunde führten Salensky zu kritischen Besprechungen der Seeliger'schen Angaben, was wieder eine lebhafte Entgegnung von Seeliger (1892) zur Folge hatte. Von Korotneff, der sich (1906) ja nur mit der frühen Embryonalentwickelung beschäftigt hat, ist diese Frage natürlich nicht berührt worden, auch nicht von Julin in seiner neuesten Arbeit (1912), obschon er auch der postembryonalen Entwickelung einen breiten Raum gewährt. In seiner Entgegnung an Salensky hebt Seeliger (1892) eingangs hervor, daß dieser zwar einen „völlig verschiedenen Gegenstand" als er behandelt habe — nämlich die Bildung des Cyathozooids und der 4 ersten Ascidiozooide, Seeliger aber die spätere Knospung in alten Stöcken — und dementsprechend auch zu anderen Ergebnissen kommen müsse, aber trotzdem seine (Seeligers) Befunde abfällig kritisiere. Dazu dürfte vielleicht bemerkt werden, daß die Entstehung der 4 Primärascidiozooide mit der Entstehung der übrigen Ascidiozooide natürlich nicht ohne weiteres verglichen werden kann, denn die 4 Primärascidiozooide entstehen aus dem Cyathozooid, also aus einem von ihnen völlig verschiedenen Muttertier, alle folgenden Ascidiozooide aber von ihresgleichen, von Ascidiozooiden; denn auch die 4 entwickelten Primärascidiozooide unterscheiden sich morphologisch ja nicht im mindesten von den nachfolgenden Ascidiozooidgenerationen.

Es brauchte also die Herkunft der Organe, d. h. die Zugehörigkeit zu einem der drei Keimblätter, und auch die Ausentwickelung der Organe a priori in den Primärascidiozooiden nicht so zu verlaufen wie in den folgenden Einzeltieren. Insofern dürfte Salensky zu Unrecht

(wohl aus theoretischen Gründen) folgern, daß z. B. die Peribranchialröhren der durch Knospung entstandenen „sekundären Ascidiozooide" sich ebenso bilden möchten, wie die der Primärascidiozooide und des Cyathozooids. Denn die z. B. bei Ascidien bekannt gewordenen Verhältnisse lassen keinen Zweifel darüber, daß mindestens die Herkunft der Organe im Oozooid (hier dem Cyathozooid) anders verlaufen kann, als in den geknospten Tieren (hier den Ascidiozooiden).

Es wird sich nun aber zeigen, daß bei den Pyrosomen thatsächlich die Zugehörigkeit der Organe zu den Keimblättern im Cyathozooid wie in den Ascidiozooiden die gleiche ist, und daß ferner die Entstehung des Stolos in den Primärascidiozooiden genau so verläuft wie in jedem anderen Ascidiozooid. Es wäre theoretisch wohl auch nicht denkbar, daß sich ein knospendes Primärascidiozooid anders verhalten sollte, als ein von ihm geknosptes Tochterascidiozooid.

Was nun die Peribranchialröhren anlangt, so bezweifelt eben Salensky (1892) (aus theoretischen Gründen) die Angabe Seeligers über die Entstehung dieser Organe in den „sekundären" Knospen aus jenen (vermeintlichen) „Mesodermsträngen", welche den Endostylfortsatz jederseits begleiten, und er ist der Meinung, „daß die wirkliche Anlage der Peribranchialröhren, die in Form von äußerst kleinen Ektodermeinstülpungen erscheinen kann, von Seeliger übersehen ist" (S. 55). Einen Versuch, diese postulierte Entstehung der Peribranchialräume in den „sekundären" Knospen zu untersuchen, hat Salensky aber offenbar nicht unternommen. Auch in Bezug auf die mesodermale Entstehung des Nervensystems der Pyrosomenknospen (Seeliger) stehen Salensky keine eigenen Beobachtungen zur Verfügung. Dagegen besitzen nach Salensky die jungen Primärascidiozooide zwei sogenannte Pericardialstränge, aus deren rechtem eben das Pericard derselben entsteht, während die distalen Teile beider in den Stolo eintreten und die „Mesodermstränge des Keimstockes" bilden, über deren Weiterentwickelung Salensky nichts angiebt.

Nach Salensky soll also das Nervensystem der „sekundären" Knospen durch Abschnürung vom Ektoderm aus entstehen (S. 90), die Peribranchialröhren denkt er sich aus einer Ektodermeinstülpung hervorgehen (S. 55), und außer dem Genitalstrange sollen sich zwei „Mesodermstränge" im Stolo finden.

Bei der nun folgenden Mitteilung der eigenen Beobachtungen über die Bildung des Stolo prolifer in den Primärascidiozooiden wird es nötig sein, auf die (bekannte) Entstehung der Organe in den 4 Primärascidiozooiden zurückzugreifen. Seit Kowalevsky (1875) wissen wir, daß das Darmrohr, die Peribranchialröhren, das Pericard und natürlich auch die Epidermis der 4 Primärascidiozooide die direkten Fortsetzungen der entsprechenden Organe des Muttertieres, des Cyathozooids, sind. Nur über die Entstehung des Nervensystems der Ascidiozooidenkette machte Kowalevsky keine Angaben. Diese Lücke wurde von Salensky ausgefüllt. Es soll die Nervenanlage als mediane Ektodermeinstülpung in jedem Primärascidiozooid zur Zeit der ersten sanften Einschnürung der Stolokette gesondert entstehen. Auf zwei dieser Punkte, die Entstehung des Pericards und des Nervensystems, werden wir unten zurückkommen.

Betrachtet man mit stärkeren Systemen (von der rechten Seite) etwa das letzte Tier einer Kette von 4 Primärascidiozooiden bei *P. giganteum,* in welcher die auch äußerlich deutlichen Einschnürungen den Zerfall der Peribranchialröhren und des Pericardialrohres bereits bewirkt haben

(Stadium G^a bei Salensky), so wird man unschwer die einzelnen primitiven Organe herausfinden Taf. XXXVI, Fig. 11). Es zeigt sich, daß das „Nervenrohr" bereits die beiden „Seitennerven", welche das Entodermrohr dorsal umgreifen, gebildet hat, während es distal, lang und dünn ausgezogen, bis in die Spitze der Knospe reicht. Noch deutlicher läßt sich diese distale Verlängerung bei Betrachtung von der Ventralseite (das ist die dem Dotter des Individuums abgekehrte) erkennen, und zwar schon in bedeutend jüngeren Stadien, wenn die Durchschnürung der Peribranchialröhren und des Pericardialrohres noch nicht erfolgt ist. Gegenüber, an der dem Dotter aufliegenden Dorsalwand, liegt ein deutlicher Zellstrang, welcher von der Spitze der „Seitennerven" bis wieder in die Spitze der Knospe reicht und seine größte Dicke im hinteren Körperabschnitt besitzt. Es ist der Genital- oder Keimstrang, wie die weitere Entwickelung zeigt. Die Peribranchialräume beginnen bereits mit dem Darmrohr durch Kiemenspalten in Verbindung zu treten; die radiäre Zellenordnung in drei Gruppen ist erkennbar, der Durchbruch selbst noch nicht erfolgt. Dorsal liegt endlich dem mittleren und hinteren Teile des Peribranchialsackes das Pericardialrohr (der Pericardialstrang) an, das auf jüngeren Stadien, unmittelbar nach der Abschnürung vom mütterlichen Pericardialfortsatz, die ganze Länge der Knospe durchzog, nunmehr aber bereits nach hinten verlagert erscheint, wahrscheinlich verdrängt durch die im Vorderteil besonders stark dorsalwärts wachsenden Peribranchialsäcke. Die geschilderten Verhältnisse erinnern sofort an die oben besprochenen jüngeren Knospenstadien, und der Vergleich der Abbildung (Taf. XXXVI, Fig. 11) dieser „Primärknospe" mit den entsprechenden Stadien von („sekundären") Ascidiozooidknospen (Taf. XXXIII, Fig. 5; Taf. XXXVI, Fig. 7) läßt die Analogie — von äußeren Formunterschieden abgesehen — im Aufbau aufs deutlichste erkennen. Der einzige in die Augen springende Unterschied beim Vergleich mit den entsprechenden „Sekundärknospen" von *P. giganteum* (Taf. XXXVI, Fig. 6, 7) ist der, daß der Geschlechtsstrang der Primärknospe jenem gegenüber recht unentwickelt erscheint; dort birgt er stets eine mächtige Eizelle neben mehreren unentwickelten, während hier von solchen nichts zu erkennen ist. (Der Geschlechtsstrang bei *P. Agassizi* beharrt bekanntlich offenbar bis ins hohe Alter des Tieres auf diesem embryonalen Zustande.)

Querschnitte durch ein Primärknospenstadium (Taf. XXXVIII, Fig. 8—11), welches dem Taf. XXXVI, Fig. 11 gezeichneten ähnlich ist, bestätigen nicht nur die am Totoobjekt gemachten Beobachtungen, sondern weisen ebenfalls auf die analogen Verhältnisse bei sekundären Ascidiozooidknospen hin (vgl. Taf. XXXVII, Fig. 6—9). (Wenn in Fig. 8 und 9, Taf. XXXVIII, wo außer dem Entodermrohr und dem Geschlechtsstrang die verjüngten distalen Partien der Peribranchialtaschen und des Pericardialrohres geschnitten erscheinen, die rückwärtige Verlängerung des Nervenrohres nicht getroffen ist, wie es nach Taf. XXXVI, Fig. 11 sein müßte, so hat das seinen Grund darin, daß die geschnittene Primärknospe die erste proximale war, wo immer der „Nervenfortsatz" weniger lang ausgezogen erscheint als in der gleichalterigen distalen.)

Die vollkommene Analogie der Verhältnisse zwischen jungen Primär- und Sekundärknospen läßt schon vermuten, daß auch die weitere Entwickelung der Primärorgane in der gleichen Richtung fortschreiten dürfte. Die Untersuchung einer lückenlosen Reihe weiterer Entwickelungsstadien in toto, von denen aus diesem Grunde nur zwei noch (Taf. XXXVI, Fig. 12, 13) gezeichnet sind, bestätigt auch diese Vermutung, ganz besonders, was die Entstehung des

Stolos in den Primärknospen anlangt. Wir sehen nämlich (Taf. XXXVI, Fig. 12 und 13), daß, genau wie in den Sekundärknospen, bei der weiteren Ausgliederung und Umlagerung (cf. Pericard und Ganglion) die Organe distalwärts sich ausziehen, wieder gewissermaßen Fortsätze in die Spitze entsenden, gleichviel in welchem Knospenabschnitt die Organe selbst liegen.

Wiederum macht das Nervenrohr damit den Anfang, und demgemäß erfolgt auch bei ihm zuerst die Abschnürung des distalen verjüngten Teils vom eigentlichen Ganglion. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in den Sekundärknospen von *P. giganteum* fand ich diesen „Nervenfortsatz" hier auf allen Stadien der Entwickelung medioventral der Epidermis anliegend (also wie bei *P. Agassizi*), während seine Spitze in den Sekundärknospen von *P. giganteum* schon auf frühen Stadien gegen die Ventralwand des Entodermrohres gebogen erscheint (vgl. Taf. XXXVI, Fig. 8—10). Für die Entwickelung des Stolos hat dieser Unterschied natürlich keinerlei Bedeutung.

Die Abschnürung der übrigen Stränge vom Mutterboden vollzieht sich im jungen Primärascidiozooid etwa zu demselben Zeitpunkte und auch in derselben Aufeinanderfolge (rechter, dann linker Peribranchialstrang, endlich Pericardialstrang) wie im jungen Sekundärascidiozooid. Die in den Figg. 12—14, Taf. XXXVIII und 1—18, Taf. XXXIX gegebenen Querschnitte, welche auch die Zwischenstadien von Fig. 11—13, Taf. XXXVI berücksichtigen, mögen die Verhältnisse weiter belegen. Ueberall treten auf den Schnitten durch die distale Knospenregion (Taf. XXXVIII, Fig. 8, 12 und 13, Taf. XXXIX, Fig. 4, 8, 16—18), genau wie bei den Sekundärknospen, die Zellgruppen der Organfortsätze scharf abgegrenzt gegeneinander und gegen das dichte Eläoblastgewebe heraus.

Wir sehen also, daß die Entwickelung des Stolo prolifer in den Primärascidiozooiden genau so verläuft wie in den „sekundären"; d. h. auch die im Stolo der Primärascidiozooide vereinigten Stränge sind selbstverständlich nicht nur die gleichen wie in den übrigen Ascidiozooiden, sondern entstehen auch hier als Fortsätze der entsprechenden Organe des mütterlichen Individuums.

Es wäre nun in der That verwunderlich, wenn einem so erfahrenen Forscher wie Salensky diese Art der Stolobildung in den 4 Primärascidiozooiden bei seinen Untersuchungen über die postembryonale Entwickelung ganz und gar entgangen sein sollte. In Wirklichkeit hat auch, wie sich bei genauerem Zusehen ergiebt, Salensky Pericardialfortsatz und Peribranchialfortsätze im Primärascidiozooid ebenso verfolgt wie vor ihm Seeliger im sekundären; aber wie dieser jene Stränge fälschlich als Mesodermstränge deutete, so verfiel auch Salensky nahezu demselben Irrtum, indem er, wie gleich bewiesen werden soll, den linken Peribranchialfortsatz für einen „linken Mesodermstrang" ansah und den Pericardial- und rechten Peribranchialfortsatz zusammen für den „rechten Mesodermstrang des Keimstockes" hielt.

Der bezeichnete „linke Mesodermstrang des Keimstockes" wird von Salensky (1892) zuerst auf einem Querschnitt (Fig. 64) durch den distalen Teil des Stadiums F (wo der zungenförmige Stolo des Cyathozooids eben die ersten sanften Querfurchen erkennen läßt, der distale Abschnitt der „Keimscheibe" also zur Ascidiozooidkette wird) gezeichnet. Er soll hier zusammen mit dem entsprechenden rechten Mesoderm- oder Pericardialstrange aus freien Mesenchymzellen

sich gebildet haben. Daß weder dieser linke Strang hier vorkommt, noch daß die Entstehung des rechten so verläuft, soll unten S. 351 ff. bewiesen werden (vgl. Taf. XXXVIII, Fig. 6 und 7). Im Stadium G nach Salensky (der deutlich segmentierten Ascidiozooidkette) soll „die Anlage der beiden Zellgruppen bedeutende Fortschritte gemacht" haben. „Hier ergiebt sich zunächst ein Unterschied in der Entwickelung zwischen der rechten und linken Zellgruppe, von denen sich die erste in das Pericardium verwandelt, während die zweite immer solid bleibt und später in den Knospenstock übergeht" (S. 44). In der Querschnittserie Fig. 55—55 F bei Salensky sind diese Stränge zum Teil in den entsprechenden Schnitten eingezeichnet. Sie entstammen einem etwas älteren Stadium als die von mir Taf. XXXVIII, Fig. 8—11 gezeichneten. Hält man die sehr ausführliche Besprechung[1]) (S. 44) der (zugestandenermaßen schiefen) Schnitte mit den Figuren zusammen und vergleicht damit die eigenen Totobeobachtungen und Schnittresultate, so ergiebt sich, daß Salensky hier (in Fig. 55—55 B, ebenso wie in den entsprechenden Schnitten älterer Stadien, die gleich besprochen werden sollen) den linken Peribranchialfortsatz für den „linken Mesodermstrang" gehalten hat.

Dieser hier gekennzeichnete Irrtum findet sich auch in den Figuren 65—65 B.

Es sind Querschnitte durch das Stadium H, welche den von mir Taf. XXXIX, Fig. 8 und 9 dargestellten etwa entsprechen. Der in Fig. 65 B mit *Pc'* bezeichnete Strang ist wieder der linke Peribranchialfortsatz, der rechte neben dem Pericard ist nicht gezeichnet; in Fig. 65 sind die Zellgruppen rechts und links vom Endostylfortsatz nicht bezeichnet, die Zellgruppe rechts ist nicht als getrennte (die des rechten Peribranchialfortsatzes und des Pericardialfortsatzes) erkannt (vgl. meine Fig. 8, Taf. XXXIX). In der Schnittserie Fig. 58 bei Salensky (Querschnitte durch das Stadium J, welche meinen Figuren 16 und 17 auf Taf. XXXIX etwa entsprechen) sind die betreffenden Zellgruppen mit *Ksm* und *Ksm'*, d. h. Mesodermstrang des Keimstockes, bezeichnet und wieder für den linken „Mesodermstrang" der linke Peribranchialfortsatz, für den rechten Mesodermstrang der rechte Pericardial- und rechte Peribranchialfortsatz gehalten worden. In Fig. 57 sind die beiden Peribranchialstränge, die hier getroffen sein müßten, wie meine entsprechenden Schnitte Fig. 18, Taf. XXXIX durch dasselbe Stadium beweisen, nicht gezeichnet. Vergleicht man die citierten Schnittzeichnungen Salenskys mit den von mir bezeichneten Schnitten durch gleichalterige Stadien (Taf. XXXVIII, Fig. 8 und 12 mit Fig. 55 A und B bei Salensky; Taf. XXXIX, Fig. 8 mit Fig. 65; Taf. XXXIX, Fig. 16 und 17 mit Fig. 58 C—G), so wird man die aufgestellten Behauptungen bestätigt finden.

Natürlich fällt auch dann die Folgerung, welche Salensky aus diesen irrig gedeuteten Verhältnissen zieht; daß nämlich aus der linken, „von den zwei symmetrisch gelagerten Mesen-

1) Salensky beschreibt diese Schnitte mit folgenden Worten: „Im hintersten Schnitt (Fig. 55) besteht das Mesoderm ..... aus zwei lateralen Zellgruppen, in denen man die beiden oben beschriebenen Zellengruppen *(El* und *pc)* [soll heißen Eläoblast und *Pc'*, linker Mesodermstrang, in der Figur steht *pcm*] leicht erkennt. Auf der linken Seite des Schnittes liegen die beiden Zellengruppen [es sind in Wirklichkeit der linke Peribranchialstrang und der Eläoblast], auf der rechten konnte ich nur eine, nämlich die äußere, unterscheiden [weil schief geschnitten]. Auf dem unmittelbar folgenden, weiter nach vorn geführten Schnitt (Fig. 55 A) sind schon die beiden symmetrisch gelagerten inneren Zellgruppen *(pc* und *pc')* deutlich zu erkennen. Die auf der linken Seite ist lamellös und besteht aus einer Zellenlage [linker Peribranchialstrang]; die auf der rechten Seite hat eine ovale Gestalt und ist nach oben von einer anderen, ebenfalls (im Querschnitt) ovalen Zellengruppe begrenzt *(prbr)*, welche nichts anderes als das hintere Ende des rechten Peribranchialrohres darstellt. Im Schnitt Fig 55 B, welcher aus der Region der hinteren Kiemenspalte entstammt, bleiben die Bauverhältnisse der Zellengruppe der rechten Seite dieselben, während die auf der linken Seite nur durch eine Zelle repräsentiert ist [entweder eine Zelle des Eläoblastes oder des linken Peribranchialrohres]; offenbar ist in diesem Schnitt das vordere Ende der linken Zellengruppe getroffen. In dem weiter nach vorn liegenden Schnitt (Fig. 55 C) ist sie nicht mehr zu erkennen [weil hier der linke Peribranchialstrang erkannt ist]."

[ ] Alles was in diesen eckigen Klammern steht, ist von mir dem Zitat eingefügt.

chymzellengruppen“ und dem hinteren Teile des rechten Stranges die „Mesodermstränge des Knospenstolos“ hervorgehen sollen. Richtig ist an dieser Darstellung nur die Angabe, daß der rechte, einzig und allein vorhandene Strang als wirklicher „Pericardialstrang“, der das Pericard liefert, nicht aber als „Mesodermstrang“ in den Stolo eintritt. Ueber die Weiterentwickelung dieses rechten Mesodermstranges hat Salensky übrigens keine Beobachtungen angestellt.

Somit ist die auch in die Lehrbücher übergegangene Angabe Salenskys von dem Vorhandensein zweier „Mesodermstränge des Keimstockes“ in den Primärascidiozooiden dahin zu berichtigen, daß nur der rechte thatsächlich existiert und in den Stolo eintritt. Es ist der von mir in den „sekundären“ Knospen zuerst nachgewiesene „Pericardialstrang“, den Salensky in den Primärknospen zuerst auffand, seinen Eintritt in den Stolo postulierte, aber nicht durch Untersuchung bewies. Ein „linker Mesodermstrang“ dagegen kommt in den Primärascidiozooiden in keinem Stadium der Entwickelung vor (natürlich auch nicht in den sekundären), sondern mit diesem ist von Salensky der von mir aufgefundene linke Peribranchialstrang verwechselt worden, während der rechte Peribranchialstrang von ihm in den Primärknospen übersehen wurde. Nicht unerwähnt sei, daß Korschelt und Heider (Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte, spezieller Teil, S. 1393) auf Grund der Angaben von Salensky und Seeliger bereits die Vermutung aussprachen, „man möchte wohl vielleicht geneigt sein, die Peribranchialröhren der *Pyrosoma*-Knospen mit den oben erwähnten sogenannten Mesodermsträngen des Stolos in genetische Beziehungen zu bringen“.

Es entstehen demnach die Peribranchialräume der Sekundärascidiozooide nicht durch Ektodermeinstülpungen, wie Salensky glaubte, ebensowenig das Nervensystem, sondern diese Organe gehen durch Abschnürung aus den entsprechenden Organen des Muttertieres hervor.

Geschlechtsstrang. Was die Entstehung des Genitalstranges anlangt, so bestehen ebenfalls lebhafte Kontroversen zwischen Salensky und Seeliger. Salensky hatte behauptet, „daß die Anlage des Genitalstranges in einem viel früheren Stadium auftritt, als es Seeliger angiebt“ (S. 55). Seeliger wies (1892) diesen Vorwurf als unbegründet zurück, wurde aber (1892[a]) offenbar durch ihn veranlaßt, in einer speciellen Untersuchung die „erste Bildung des Zwitterapparates“ in den 4 Primärascidiozooiden zu studieren.

Was das erste Auftreten des Genitalstranges anlangt, so sind auf dem Stadium G nach Salensky (deutlich eingeschnürte, aber noch geradegestreckte Ascidiozooidenkette) nicht nur „Andeutungen“ von der Bildung des Genitalstranges vorhanden, wie Salensky meint, sondern er ist, wie ich es auf Taf. XXXVI, Fig. 11 (entspricht etwa dem Stadium G[a] Salenskys, ist also noch jünger als G), dargestellt habe, bereits vorhanden, und zwar als ein Strang, der vom Ende der Seitennerven mediodorsal bis nahezu ans Ende der Knospe reicht. Die Entstehung selbst geht aber viel weiter, bis zu dem Stadium zurück, wo der Stolo des Cyathozooids (die Ascidiozooidenkette) noch zungenförmig breit und ungegliedert erscheint und die untere, dem Dotter aufliegende Wand etwa erst im distalen Dritteil geschlossen ist. Es würde dieses Stadium etwas jünger als das von Kowalevsky in Fig. 35 gezeichnete sein.

Querschnitte durch den distalen Abschnitt (Taf. XXXVIII, Fig. 5) zeigen über der Dorsalwand gewöhnlich in zweischichtiger Anordnung diejenigen dichtgedrängten Mesenchymzellen, welche bei der von hinten und von den Seiten her fortschreitenden Entfaltung der basalen Stoloepidermis von der „Zellenzone" passiv mit in die Stolohöhle gedrängt worden oder nach Salenskys Beobachtungen auch aktiv eingewandert sind (vgl. darüber Genaues Salensky S. 40 ff.). Sie scheinen der Hauptmasse nach bereits fixiert zu sein; denn auf älteren Stadien tritt dasselbe Bild hervor, wie es z. B. von Kowalevsky in Fig. 44 (aus dem bereits segmentierten Stolo) gezeichnet wurde. Mehrfach — ich habe eine ganze Anzahl ähnlicher Stadien geschnitten — zeigt nun diese Zellmasse bereits auf diesem Stadium eine Tendenz zum Zerfall in einen zentralen und zwei seitliche Teile, und es kann, wie aus der weiteren Entwickelung klar hervorgeht, kein Zweifel sein, daß wir es bereits hier, also unmittelbar nachdem sich der distale Teil des Stolos des Cyathozooids vom Dotter abhebt, mit der Anlage des Genitalstranges (im centralen Zellteil) und des Eläoblastes (in den seitlichen Partien) zu thun haben. Daß dabei noch weitere Mesenchymzellen übrig bleiben und neu einwandernde hinzukommen, die zur Bildung des übrigen Mesenchyms beitragen, soll damit natürlich nicht bestritten werden (vgl. darüber Julins [1912] ausführliche Darstellungen). Bestreiten muß ich aber entschieden Salenskys Angabe (S. 56), wonach auch die „Kalymmocyten" sich an der Bildung des Geschlechtsstranges beteiligen sollen.

Auf dem Taf. XXXVI, Fig. 11 dargestellten Stadium erscheint der Geschlechtsstrang im subintestinalen Blutsinus (Salensky) auch auf den Schnitten (Taf. XXXVIII, Fig. 8—10) von den umgebenden Mesenchymzellen überall scharf abgegrenzt. (Salensky redet dagegen auf einem etwas älteren Stadium G, Fig. 55 A erst von „Andeutungen" und zeichnet lockere Zellen.) Nicht recht geben kann ich Salensky, wenn er behauptet, daß der Genitalstrang später im Stadium J, welches etwa Fig. 12, Taf. XXXVI entspricht, nur bis zum Niveau des Pericards reichen soll. Nach meinen Beobachtungen reicht er auch in bedeutend älteren Stadien (Taf. XXXVI, Fig. 13) noch weit proximal darüber hinaus, nämlich bis an die nunmehr sich bildende Cloacalhöhle; erst die distalwärts zu fortschreitende Vereinigung der beiden Peribranchialtaschen zur Cloake drängt den Genitalstrang nach hinten. Wenn meine Totozeichnungen nicht für beweiskräftig gehalten werden sollten, verweise ich noch auf die Schnitte Taf. XXXIX, Fig. 1—3 und 10—12 aus dem Stadium G—H und H—J, wo wir den Genitalstrang z. B. noch in der Höhe des Enddarmes (Fig. 3 und 12) getroffen finden. Bestätigen möchte ich dagegen, daß alsbald, aber vorübergehend, ein Lumen im Geschlechtsstrang auftritt (Taf. XXXIX, Fig. 8). Was die weitere Entwickelung des Genitalstranges in den Primärascidiozooiden anlangt, so bestreitet Salensky zu Unrecht Seeligers Angabe, wonach später im Genitalstrang neben gewöhnlichen Mesodermzellen solche mit größerem bläschenförmigen Kern vorkommen sollen. Lassen sich doch, aber sicher nur ausnahmsweise, schon auf viel früheren Stadien recht ansehnlich vergrößerte Zellen im Genitalstrang nachweisen (vgl. Taf. XXXVIII, Fig. 13).

Auch darüber gehen die Ansichten beider Forscher auseinander, ob die in älteren Primärascidiozooiden ein wenig dorsalwärts vom Keim- oder Geschlechtsstrange gelegenen Zellen, von denen Seeliger die Geschlechtsorgane des Primärascidiozooids ableiten möchte, vom Keimstrang abstammen. Seeliger suchte diese seine Vermutung in jener oben erwähnten Specialuntersuchung (1892 [a]) zu beweisen, nachdem eben Salensky eine „Differenzierung des Genitalstranges

in zwei Teile", in die Anlage der Geschlechtsorgane des Primärascidiozooids und in die mesodermale Zellengruppe, welche (als Geschlechtsstrang) in den Stolo des Individuums eintritt, bezweifelt hatte.

Hätten SEELIGER (1892[a]) auch frühere Stadien von Primärascidiozooiden bei der Untersuchung zur Verfügung gestanden, so würde ihm sein Nachweis, daß die dorsale Zellgruppe nur der abgeschnürte dorsale Teil des Keim- (= Geschlechts)-Stranges ist, ebenso leicht und sicher gelungen sein, wie die völlig korrekte Darlegung der Zerschnürung des Geschlechtsstranges in den „sekundären" Knospen. In der That verläuft sie in den Primärascidiozooiden genau so wie hier. Und vielleicht haben SALENSKY (1892) nur theoretische Erwägungen zu der Ansicht veranlaßt, daß die von ihm im Primärascidiozooid beobachteten Zellen, „die ihrer Lage und ihrer Form nach denjenigen Zellen entsprechen, von welchen SEELIGER den Zwitterapparat herzuleiten versucht", Konglomerate von Mesenchymzellen resp. Kalymmocyten seien „und in keiner Beziehung zur Entwickelung des Geschlechtsapparates stehen" (S. 56, 57). Bekanntlich war SALENSKY der Meinung, daß die Primärascidiozooide wohl eine Anlage der Geschlechtsorgane besäßen, die Zellen derselben aber nicht zur Reifung in dieser Generation kämen, sondern als Geschlechtsstrang in die folgende, durch Knospung entstandene Generation übergingen".

Somit wäre nachgewiesen, daß auch der Stolo der Primärascidiozooide genau in derselben Weise entsteht und sich aus den gleichen sieben Strängen zusammensetzt wie in allen übrigen Ascidiozooiden, indem nämlich alle wichtigeren Organe (Nervensystem, Kiemendarm, Peribranchialtaschen, Pericard und Geschlechtsanlage) auf frühen Entwickelungsstadien Fortsätze in die distale Knospenspitze entsenden, welche sich schließlich von den betreffenden Organen abschnüren und als Stolostränge wieder die entsprechenden Organe der neuen Knospe bilden.

Da nun die Peribranchialröhren des Cyathozooids aus Ektodermeinstülpungen hervorgehen und die Peribranchialräume der Primärascidiozooide die direkten Fortsetzungen jener sind (von denen wieder die Peribranchialröhren aller folgenden Ascidiozooide sich abschnüren), so müssen die Peribranchialräume aller Ascidiozooide wie die des Cyathozooids ektodermal sein. Dieselbe direkte Abstammung von dem entsprechenden Organ des Cyathozooids gilt für das Pericard (inkl. Herz). Da das Pericard des Cyathozooids aber als Mesodermgebilde entsteht, so ist auch das Pericard aller Knospen mesodermal. Unter der Voraussetzung, daß die von SALENSKY beobachtete Entstehung des Nervensystems der Primärascidiozooide vom Ektoderm aus den Thatsachen entspricht (woran nicht zu zweifeln sein wird, vgl. unten S. 353 ff.), so ist auch das Nervensystem aller übrigen Ascidiozooide ektodermal, denn es stammt ja auch auf direktem Wege von dem der vier ersten Individuen ab.

Ein solcher direkter Uebergang mütterlicher Organe in die Tochterindividuen gilt endlich auch für die Geschlechtsdrüsen. Da aber das larvale Mutterindividuum, das Cyathozooid, selbst keine Geschlechtsorgane zur Ausbildung bringt, hebt die Abstammung der Geschlechtsdrüsen der Stockindividuen, ähnlich wie beim Nervensystem, erst in den Primärascidiozooiden an, wo wir den Geschlechtsstrang auf sehr frühem Stadium schon aus Mesenchymzellen entstehen sehen, so

daß, woran ja nie gezweifelt worden ist, die Geschlechtsorgane aller Pyrosomen mesodermal sein würden. Die Abstammung des Kiemendarms endlich bedarf kaum besonderer Erwähnung. Es bleibt ja das Entodermrohr der 4 Primärascidiozooide als Fortsetzung des Darmrohres des Cyathozooids in den Verbindungsstücken der einzelnen Primärindividuen so lange erhalten, bis diese Verbindungsgänge in höherem Knospenalter selbst durchschnürt werden. Dasselbe gilt bekanntlich auch von den Zwischenstücken am Stolo.

Es bestätigt sich somit jedenfalls für *Pyrosoma*, was angesichts der befremdlichen Angaben Seeligers über die Entstehung der Stolostränge Korschelt und Heider (1893, S. 1393) bereits aussprachen, „daß im Stolo prolifer keines der Primärorgane neu angelegt wird, sondern daß dieselben sämtlich auf die entsprechenden Organe des Embryos zurückzuführen seien, von denen sie sich abschnüren".

Wenn die Verfasser dabei besonders „die für den Ventralstolo von *Doliolum* bekannt gewordenen Verhältnisse" für geeignet halten, diese Vermutung zu stützen, so durfte ich (1906) schon darauf hinweisen, daß eine erneute Untersuchung und gleichzeitig kritische Wertung der Angaben von Grobben (1882) und Uljanin (1884), auf welche sich Korschelt und Heider seiner Zeit stützten, eher das Gegenteil darthun.

Thatsächlich zeigt der Stolo vom *Doliolum* in Bezug auf die Herkunft seiner Stränge Aehnlichkeiten mit denen der Pyrosomen, wenn auch, wie hervorgehoben werden muß, die Analogie des Pyrosomenstolos mit dem Salpenstolo ungleich größer ist, was sich schon aus dem Vergleich von Querschnitten dieser drei Bildungen sofort ergiebt.

Es liegen auch bei *Doliolum* Ausstülpungen oder Fortsätze der wichtigsten Larvenorgane vor, und zwar des Kiemendarms (der Pharyngealhöhle), der Peribranchial- (= Cloacalhöhle) und des Pericards. Aber die Art der Entstehung ist eine ganz andere. Die Ausstülpungen des Kiemendarms sind paarig, von den beiden Peribranchialtaschen (der Cloacalhöhle) entstehen sogar je zwei Paar, also 4 Stränge, dazu kommt der Pericardial- (oder Herz-)strang und ein Mesodermzellhaufen, so daß sich im ganzen 8 Stränge im *Doliolum*-Stolo zusammenfinden. Wenn schon die Entstehung der Stolokonstituenten bei *Doliolum* sehr von den Verhältnissen im Pyrosomenstolo abweicht, so gilt das in noch viel höherem Maße von der Verwertung der Stränge, d. h. von der Umbildung zu den Knospenorganen. Es entstehen aus ihnen, woran kaum mehr zu zweifeln sein dürfte, nicht die entsprechenden, also die Organe, von denen die Stränge selbst abstammen, sondern ganz andere; z. B. das Nervensystem der Knospe von dem Mesodermzellenhaufen, die Pharyngealhöhle (der Kiemendarm) von der Cloacalhöhle (dem Peribranchialraum) der Larve, dagegen liefert die Pharyngealhöhle der Larve die Geschlechtsorgane der Knospe, der Pericardialstrang wird nicht zum Aufbau des Knospenherzens verwendet, sondern das Herz der Knospe entsteht aus dem Kiemendarm derselben, die Cloacalhöhle der Knospe entsteht als Ektodermeinstülpung, obschon Ausstülpungen der mütterlichen Cloacalhöhle (des Peribranchialraums) im Stolo vorhanden sind.

Wenn wir diese Verhältnisse bei *Doliolum* mit denen bei Pyrosomen und Salpen vergleichen, so dürfte — selbst bei der immer noch unsicheren Kenntnis über die Stolobildung der Salpen — eines klar sein, daß nämlich die Entstehung der Knospenorgane bei *Doliolum* stark abgeleitete Züge aufweisen müsse. Jedenfalls sind gerade die zur Zeit gemachten Befunde bei *Doliolum* nicht geeignet, den Satz über die Ableitung der Knospenorgane von den entsprechenden

Organen des Embryos zu stützen; sie zeigen vielmehr zusammen mit den von Synascidien bekannt gewordenen Knospungsverhältnissen, daß dieser Satz nicht im ganzen Tunicatenstamme gelten kann. Vielmehr möchte man angesichts dieser Thatsachen zu dem Schlusse von Chun (1890) kommen: „Den Keimblättern sind weder histologische, noch auch organogenetische Prädispositionen eigen."

Die vorausgehenden Erörterungen über die Bildung des Stolo prolifer in den 4 ersten und den folgenden Ascidiozooiden veranlassen noch, auf die schon mehrfach aufgeworfene Frage einzugehen, ob die Entstehung der 4 Primärascidiozooide aus dem Cyathozooid als Teilung oder Knospung aufzufassen sei. Kowalevsky (1875) faßt (S. 621) seine diesbezüglichen Erörterungen mit den Worten zusammen: „Bei dieser Auffassung des Vorganges hätten wir hier eine gewisse Teilung der primitiven, aus dem Ei entstehenden embryonalen Anlage oder des Cyathozooids." Nach diesen Worten müßte es scheinen, als ob Kowalevsky die Entstehung der Ascidiozooidenkette als einen Teilungsvorgang angesehen hätte (wie z. B. Seeliger es auch verstand). Ich glaube jedoch bestimmt, daß, wie die vorausgehenden und nachfolgenden Sätze zeigen, Kowalevsky mit dem Ausdruck „eine gewisse Teilung" diesen Vorgang nicht im Gegensatz zur Knospung stellen wollte, sondern sogar einen Knospungsvorgang mit diesen allerdings mißdeutigen Worten meinte. Denn einige Zeilen weiter oben lesen wir: „Diese Embryonen (gemeint sind die 4 Primärascidiozooide) oder genauer besprochen, diese 4 Knospen".....", und weiter: „Was deren erstes Auftreten betrifft, so kann man schon das Abnehmen des hinteren Endes des Cyathozooids vom Dottersack als eine beginnende Knospung ansehen." Und unmittelbar an jenen oben zitierten mißverständlichen Satz anschließend heißt es: „Möchten wir diese Bildung der 4 Ascidiozooide mit ähnlichen Vorgängen bei anderen Tunicaten vergleichen, so fällt uns besonders in die Augen die Aehnlichkeit mit den Salpen, bei denen die aus dem Ei sich entwickelnde Salpe noch während der embryonalen Stadien schon den Stolo bildet, auf dem auch die einzelnen Knospen angedeutet sind." Ich denke, solch einen Widerspruch innerhalb weniger Zeilen, wie er sich ergeben würde, wenn wir „die gewisse Teilung" buchstäblich nehmen wollten, dürfen wir einem Forscher wie Kowalevsky nicht nachsagen. Und Salensky (1892, S. 89) hatte vielleicht recht, wenn er Seeliger (1888) entgegnete, daß dessen Auffassung, es liege (S. 407) „in der Bildung der 4 ersten Ascidiozooide eine wirkliche Teilung auf früher embryonaler Entwickelungsstufe vor", „auf unrichtiger Interpretation der Kowalevsky-schen Angaben" beruhe. Seeliger war seiner Zeit einzig auf die Beschreibung Kowalevskys angewiesen und hatte die Verhältnisse am Cyathozooid selbst nicht studiert; vielleicht nur deshalb kam er zu der Meinung: „Mit dieser Knospung der Ascidiozooide am Cyathozooid läßt sich die der Salpen nicht vergleichen." Der Hauptgrund dieser Auffassung ist für Seeliger der Umstand, daß in den Primärascidiozooiden bereits alle wichtigen Organe (mit Ausnahme des Nervensystems) vorhanden und (zunächst) mit den entsprechenden des Muttertieres in Verbindung sind, während, wie er zeigte, bei den Salpen und auch bei den späteren Ascidiozooiden undifferenzierte Derivate aller drei Keimblätter in die Stolohöhle übertreten und die Knospen bilden.

Dem würde entgegenzuhalten sein, daß zunächst nach den neuen Untersuchungen über die Knospung der Salpen von Brooks (1893) und Korotneff (1894) die „außerordentliche Umbildungsfähigkeit" des embryonalen Mesoderms im Stolo, welches Seeliger mit Bezug auf die Salpenknospen gelehrt hatte, nicht vorhanden sein dürfte, da ganz sicher das Nervensystem und

höchstwahrscheinlich auch die Peribranchialröhren der Salpenknospe nicht aus dem Mesoderm hervorgehen, wie Seeliger wollte, sondern ebenso wie das Pericard (Korotneff) aus „differenzierten Anlagen“ ihre Entstehung nehmen. Für *Pyrosoma* glaube ich aber einwandfrei bewiesen zu haben, daß von undifferenziertem Zellmaterial im Stolo überhaupt nicht, sondern nur von Organanlagen die Rede sein kann. Es sind hier wie dort, in den primären wie sekundären Ascidiozooiden, dieselben Organanlagen, nicht einmal die Peribranchialröhren ausgenommen, die, wie Salensky ja noch glaubte, in den Sekundärascidiozooiden aus Ektodermeinstülpungen sich bilden sollten.

Auch der Grad der Entwickelung der Organanlagen ist bis auf den Geschlechtsstrang in den 4 ersten und den folgenden Knospen so ähnlich, daß gleichaltrige primäre und sekundäre Knospen sich auch äußerlich stark ähneln (vgl. Taf. XXXVI, Fig. 7—8 mit Fig. 11—13).

In der That betrachten auch z. B. Salensky, Korschelt und Heider (1893, S. 1365) die Entstehung der 4 ersten Ascidiozooide als „stoloniale Knospung“. Die letzteren Autoren führen als Beweis dafür, daß keine Querteilung vorliegt, die Thatsache der Organverschiebung an, welche bewirkt, daß die spätere Längsachse der Primärascidiozooide senkrecht zur Längsachse des Stolos steht.

Eine Teilung kann meines Erachtens auch deshalb nicht vorliegen, weil die beiden Teile, Cyathozooid und Ascidiozooidenkette, keine gleichwertigen, einander koordinierten Teile sind, was der Begriff der Teilung fordert. Der eine Teil, das Cyathozooid, ist nicht nur gestaltlich (infolge der enormen Dottermenge) dem andern völlig unähnlich, sondern bleibt auch larval und geschlechtslos, während der andere Teil, die 4 Primärascidiozooide, sich weiter entwickelt, zeugungsfähig wird und völlig die Gestalt der sekundären Ascidiozooide erwirbt. Wir werden aber, was eingewendet werden könnte, natürlich keineswegs annehmen dürfen, daß die ontogenetische larvale Entwickelung und die anschließende Resorption des Cyathozooids eine Folge der Erzeugung der Ascidiozooidenkette sei. Und wenn in der Phylogenie (was z. B. Salensky bezweifelt) einmal das Primärindividuum normale Pyrosomenausbildung besessen haben sollte, dann wäre der andere Teil immer noch nicht gleichwertig, da er sich eigentlich schon im Moment seiner Entstehung in vier Teile zu zerschnüren beginnt, denn die 3 Querfurchen treten bekanntlich fast gleichzeitig an dem Stolo (der Ascidiozooidenkette) auf. Hierin liegt der einzige Unterschied des Primärstolos (der Ascidiozooidenkette) des Cyathozooids zu dem Stolo der Ascidiozooide. Querfurchen müssen natürlich hier wie dort auftreten, während sie sich aber beim Primärstolo gleichzeitig bilden, wenn derselbe eine gewisse Länge erreicht hat, entstehen die Durchschnürungen am Stolo der Ascidiozooide successive, in dem Maße, wie er, distalwärts sich verlängernd, aus dem Mutterkörper hervorwächst. Daher die 4 Primärascidiozooide zwar auch an Alter und Ausbildung distalwärts zunehmen, also verschieden sind, aber unvergleichlich viel weniger als die Knospen des Sekundärstolos. Im Hinblick auf die Verschiedenheit der Knospen am Stolo würde man die 4 Primärascidiozooide geradezu als gleichaltrig bezeichnen dürfen, wie sie ja thatsächlich auch nahezu gleichzeitig zu knospen beginnen. Immerhin liegt hier kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied vor. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß die Ascidiozooidenkette der Stolo des Cyathozooids ist, welcher dem der *Doliolum*-Amme und der Solitärsalpe homolog ist.

b) Das Pericardialrohr der Ascidiozooidenkette.

Die Erörterungen über die Entstehung des Stolos in den Primärascidiozooiden veranlassen noch, besonders auf die Bildung des Pericardialrohres oder Pericardialstranges in den Primärascidiozooiden (der Ascidiozooidenkette) zurückzukommen. Es könnte die Erörterung überflüssig erscheinen, da wir uns doch seit KOWALEVSKY (1875) gewöhnt haben, das Pericardialrohr der Ascidiozooidenkette als direkte Fortsetzung vom Pericard des Cyathozooids zu betrachten. KOWALEVSKY hebt diese Thatsache an keiner Stelle seiner Arbeit ausdrücklich hervor, sondern begnügt sich, in seiner Beschreibung der drei Querschnitte (S. 623) durch dasjenige Stadium (Fig. 40), auf welchem Cyathozooid und Ascidiozooiden zum ersten Mal zu unterscheiden sind, darauf hinzuweisen, daß die Ascidiozooide „noch aus denselben Organen“ wie die frühere „Keimscheibe“ bestehen.

SALENSKY erörtert (1892) diese Verhältnisse genauer und kommt dabei (S. 38) zu einem wesentlich anderen Ergebnis: „In den zur Bildung des Stolos fertigen Keimscheiben verwandelt sich der hintere Teil des Pericardialrohres in einen soliden Zellenstrang, der von den in diesem Teile der Keimscheibe liegenden Mesenchymzellen gar nicht abgegrenzt ist“. Daraus schließt er, „daß das Pericardialrohr bei seiner weiteren Entwickelung die Höhle verliert und in einzelne Zellen zerfällt, welche sich den übrigen Mesenchymzellen beimischen“, und er findet an den entsprechenden Schnitten diese Vermutung bestätigt. Das Pericardialrohr (der Pericardialstrang) der Primärascidiozooide geht nun nach SALENSKY zusammen mit dem Eläoblast aus „gruppenweise angeordneten fixierten Zellen“ in den Seitenteilen der Ascidiozooidenkette hervor.

So soll also nach SALENSKY das Pericardialrohr der 4 ersten Ascidiozooide nicht die direkte Fortsetzung des mütterlichen Pericards sein, sondern das Pericardialrohr der Keimscheibe (des Cyathozooids) löst sich auf und liefert (zusammen mit anderen Mesenchymzellen) wieder das Material zur Bildung des Pericardialstranges der Primärascidiozooide.

Ich kann diese Angaben SALENSKYS nicht bestätigen und befinde mich darin offenbar mit KOWALEVSKY und JULIN (1912) in Uebereinstimmung.

Ich habe eine sehr große Anzahl von Keimscheiben bezw. Ascidiozooidketten jeden nur möglichen Stadiums in toto untersucht und geschnitten, aber nur 3 hierher gehörige Querschnitte (Taf. XXXVIII, Fig. 5—7) abgebildet; denn ein Schnitt sagt thatsächlich so viel wie viele, da die Verhältnisse immer die gleichen sind. In keinem Stadium habe ich dabei gesehen, daß das Pericardialrohr „von den in diesem Teile der Keimscheibe liegenden Mesenchymzellen gar nicht abgegrenzt ist“, und erst recht nicht, daß es sich in Zellen auflöst. Wenn SALENSKY dabei auf die Querschnitte Fig. 61—61 F des Stadiums E verweist, so ist zu bemerken, daß bereits KOWALEVSKY in seiner Fig. 36 ein solches Stadium in toto bei stärkerer Vergrößerung nach dem Leben zeichnete, in welchem sich das scharfbegrenzte Pericardialrohr bis nahezu ans Ende der Keimscheibe verfolgen läßt. Ich habe dieses und ähnliche Stadien, aufgehellt und gefärbt, in toto (und auf Schnitten, vgl. Taf. XXXVIII, Fig. 5) untersucht und hätte nur die klare Zeichnung KOWALEVSKYS wiederholen können, falls ich eins dieser Stadien hätte abbilden wollen. Auf dem Stadium F, wo die ersten sanften Einschnürungen am Stolo auftreten, der Distalabschnitt des Cyathozooids also zur Ascidiozooidenkette wird (KOWALEVSKY, Fig. 40), soll die Aggregation der seitlichen Mesodermzellen zum Pericardialrohr des Primärascidio-

zooids nach Salensky sich vollzogen haben (Fig. 64). Ich könnte mit Querschnitten durch wenigstens 3 oder 4 Zwischenstufen zwischen Stadium E und F nach Salensky aufwarten, von denen, da doch hier die Auflösung des mütterlichen Pericardialrohres sich vollziehen müßte, Salensky merkwürdigerweise keines abbildet. Ich müßte aber, wollte ich sie hier wiedergeben, fast die gleichen Bilder zeichnen, welche Taf. XXXVIII, Fig. 5, ein Querschnitt durch Stadium E Salensky, und Fig. 6 und 7, Querschnitte durch das Stadium F, zeigen. Es sind bezüglich des Pericardialstranges immer dieselben Verhältnisse, nämlich ein scharf begrenzter, meist mit einem Lumen ausgestatteter Zellkomplex, der sich durch die ganze Länge der Keimscheibe (Stadium E) bezw. der Ascidiozooidenkette zieht. Nur unmittelbar hinter dem mütterlichen Pericard (des Cyathozooids) zeigen die Querschnitte von den älteren Zwischenstadien (im Stadium F Salensky) die Zellen des Pericardialrohres gelockert, so daß man schließen muß, das Pericardialrohr der Ascidiozooidenkette (des Stolos) schnürt sich vom Pericard des Cyathozooids schließlich ab, und zwar, bevor es selbst in die vier Teile zerfällt. Es würde sich also das Pericardialrohr des Cyathozooidstolos (der Ascidiozooidenkette) genau so verhalten wie der Pericardialfortsatz in den Ascidiozooiden, beide trennen sich vom Pericard ab, bevor sie selbst im Stolo der Segmentation verfallen. Nur das zeitliche Verhältnis der Abtrennung zwischen Pericardial- und Peribranchialanlagen ist verschieden. In den Primärascidiozooiden erfolgt die Durchschnürung der Pericardialanlage vor der Trennung der Peribranchialröhren, in den Sekundärascidiozooiden dagegen schnürt sich der Pericardialfortsatz nach den Peribranchialfortsätzen ab (vgl. oben S. 329 u. 334).

Was die teils „solide", teils „röhrenförmige" Ausbildung der Pericardialanlage anlangt, so glaube ich, daß dieser Umstand ganz nebensächlich ist. Wenn die erst zungenförmig-breite Keimscheibe zur wurmförmigen Ascidiozooidenkette wird, tritt (wie die Vergleichung der verschiedenen, bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Totostadien und Schnitte unzweifelhaft ausweist), wohl als Folge der gewaltigen Längsstreckung, eine bedeutende Verjüngung in der Querachse ein. Dabei kommt es naturgemäß gelegentlich zum Schwund des ohnehin winzigen Lumens. Ferner wird das Lumen der Pericardialanlage dort sofort schwinden, wo die erste sanfte Einschnürung der Keimscheibe anhebt. Dann läßt sich bereits auch im Pericardialrohre des einzelnen Segments „vorn und hinten" unterscheiden (vgl. Taf. XXXVIII, Fig. 6 und 7), proximal, der Einschnürung nahe, ein Strang ohne Lumen, im mittleren Segmentabschnitt ein Rohr. Endlich wird zweifellos oft das Lumen des Pericardialrohres vorübergehend durch das wachsende rechte Peribranchialrohr zum Schwinden gebracht (vgl. Taf. XXXVIII, Fig. 5), da es diesem ja dicht anliegt. Das Zeichen einer beginnenden Auflösung ist aber dieser Schwund keinesfalls.

Es freut mich ganz besonders, daß Julin (1912) diese von mir bereits lange vor dem Erscheinen seiner Arbeit gemachten Beobachtungen in seiner Fig. 13a, einem Schnitte durch das von ihm Fig. 13 gezeichnete Stadium (gleich E bis F Salensky), durchaus bestätigt.

Wenn ich Salenskys Fig. 64 (Querschnitt durch Stadium F, wo die Pericardialröhren des Ascidiozooids entstanden sein sollen) mit den Bildern vergleiche, welche ich bei Querschnitten durch entsprechende Stadien erhielt (Taf. XXXVIII, Fig. 6 und 7), so muß ich gestehen, daß mir diese Darstellung, was Pericardial- und Eläoblastanlage anlangt, wenig zutreffend erscheint, und ich kann mir sie nur so erklären, daß Salensky zu diesem Bilde und auch zu den eben

besprochenen Befunden nur auf Grund eines nicht gut erhaltenen Materials gekommen ist (was Korotneff bereits als Grund für die bedeutenden, von Julin neuerdings zumeist bestätigten Irrtümer Salenskys bei der Darstellung der frühen Embryonalentwickelung ansah). Ein dem Pericardialrohr entsprechender **linker** solider Strang findet sich in **diesem** Stadium überhaupt nicht. Daß Salensky in älteren Stadien für diesen linken Mesodermstrang den Peribranchialfortsatz angesehen hat, wurde oben schon bewiesen.

Zusammenfassend darf ich also sagen, daß nach meinen Beobachtungen das mütterliche Pericardialrohr sich kontinuierlich nicht nur durch die Keimscheibe, sondern auch durch die Ascidiozooidenkette so lange erstreckt, bis es alsbald bei der fortschreitenden Segmentierung derselben als erster von sämtlichen Strängen durchschnürt wird. Vorher schon hat sich die Anlage, gleichsam der „Stiel", vom mütterlichen Pericard unmittelbar distal hinter demselben auf eine kurze Strecke durchschnürt (wie ja auch eine Trennung der im Cyathozooid verbleibenden Stücke der Peribranchialröhren von denen der Ascidiozooide auf frühen Stadien erfolgt). Von einer Auflösung der Pericardialanlage während des Ueberganges der Keimscheibe zur Ascidiozooidenkette kann keine Rede sein.

c) Zur Entstehung des Nervensystems in den Primärascidiozooiden.

Seit den grundlegenden Untersuchungen von Kowalevsky (1875) wissen wir, daß Peribranchialröhren, Kiemendarm und Pericardanlage der Primärascidiozooide die direkten Fortsetzungen der entsprechenden larvalen Organe des Cyathozooids sind. Bezüglich des Nervensystems der ersten Ascidiozooide konnte Kowalevsky nur konstatieren (S. 18): „Daß zwischen der Anlage des Nervensystems des Cyathozooids und dem Nervensystem der Ascidiozooide kein unmittelbarer Zusammenhang existiert". Es gelang erst Salensky (1892), die Nervenanlage der Primärascidiozooide als ektodermale Bildung, die in jedem der 4 Individuen gesondert entsteht, aufzufinden. Diese Beobachtung ist bisher von keinem Forscher nachgeprüft worden, auch nicht von Julin (1912) in seiner neuesten ausführlichen Arbeit.

Ich finde bei ihm über diesen Gegenstand nur die Bemerkung (S. 831/32): „En même temps s'est formée, très probablement aux dépens de l'ectoderme, l'ébauche du système nerveux central, vers l'extrémité proximale de la face superficielle."

Es lag darum wohl nahe, daß ich bei dem engen Zusammenhange, welche die Erörterungen über die Bildung des Stolos in den Primärascidiozooiden mit dieser Frage haben, versuchte, mir ein Bild über die erste Entstehung des „Nervenstranges" in den 4 Primärascidiozooiden zu machen. Leider muß ich gleich bekennen, daß ich zu voller Klarheit über die betreffenden Verhältnisse trotz des eifrigsten Bemühens nicht gekommen bin, und ich möchte Salensky unter Anerkennung der beigebrachten Gründe beipflichten, wenn er (S. 19) schreibt, daß die Frage nach der Entstehung des Nervensystems in den Primärascidiozooiden zu den schwierigsten in der vergleichenden Embryologie gezählt werden muß.

Salensky fand die erste Anlage des Nervensystems der Primärascidiozooide auf Querschnitten durch das Stadium F (der sanft eingeschnürten Ascidiozooidenkette), und zwar in Form einer stark verdickten Entodermeinstülpung, „deren Boden ungemein ausgewachsen ist, deren Oeffnung aber außerordentlich verkümmert erscheint" (S. 21).

Um nun die Entstehung des Nervensystems der Primärascidiozooide aus eigener Anschauung kennen zu lernen, untersuchte ich eine sehr große Anzahl der dem Stadium F ähnlichen (jüngere und ältere) Ascidiozooidketten und zwar in toto und auf Schnitten. Mit der Immersionslinse wurden die (ventralen) Oberflächen der aufgehellten und gefärbten Ketten aufs sorgfältigste nach einer Ektodermeinstülpung abgesucht, eine Methode, mit welcher ich sonst die difficilsten Bildungen dieser Art (z. B. in der Knospung, siehe oben) beobachten konnte. Ich glaubte viele Male am proximalen Rande eines Ascidiozooidsegments median eine solche „hellere Stelle", eine Einstülpungsöffnung, gefunden zu haben und zeichnete sie genau ein. Wenn ich aber die Querschnitte durch die betreffenden Stellen studierte, fand ich zwar Bilder, die mit den von Salensky Fig. 38 A—D gezeichneten zu vergleichen sind, aber nicht überzeugen können. Und weil ich nicht zu entscheiden vermag, ob z. B. der winzige Eindruck in der Epidermis, den ich an den betreffenden Stellen wiederholt beobachtete, wirklich eine „verkümmerte" Einstülpungsöffnung ist, bin ich auch weit entfernt zu behaupten, daß ich die gesonderte ektodermale Entstehung der Nervenanlage der Primärascidiozooide gesehen hätte. Und eben darum möchte ich auch die von Salensky gegebene Darstellung nicht in Zweifel ziehen.

Nur sei mir gestattet, auf eines noch aufmerksam zu machen.

Kowalevsky zeichnet in dem optischen Querschnitt (Fig. 37) durch den distalen Teil der zungenförmigen (schon oben S. 351 erwähnten) Keimscheibe ein Nervenrohr ein, obschon diese immerhin erheblich jünger als das Stadium F nach Salensky ist, denn man kann wenigstens noch 3—4 Zwischenstadien auffinden. Nach dem, was Salensky über das erste Auftreten der ektodermalen Einstülpung berichtet, könnte sich also in jenem Stadium (E nach Salensky) noch kein Nervenrohr finden. Ich hoffe aber beweisen zu können, daß thatsächlich die Nervenanlage auf jenem von Kowalevsky in Fig. 36 gezeichneten zungenförmigen Stadium vorhanden ist, sich also früher schon anlegen muß als Salensky es angiebt. Taf. XXXVIII, Fig. 5 stellt einen Querschnitt durch den distalen Teil einer solchen zungenförmigen Keimscheibe dar, wie Kowalevsky sie Fig. 36, Salensky als Stadium E, Taf. I abbildet.

Hier tritt median unter der Epidermis eine so scharf begrenzte, kompakte Zellgruppe aus den umgebenden Mesenchymzellen hervor, daß sie mit diesen schlechterdings nicht zu verwechseln ist. Die Betrachtung einer entsprechenden Keimscheibe von der ventralen, dem Dotter abgekehrten Seite mit stärkeren Systemen zeigt denn auch unzweifelhaft bereits 4 nahezu einander berührende, elliptische Zellkomplexe, die nicht anders als die Nervenanlagen der künftigen 4 Primärascidiozooide — die Keimscheibe selbst erscheint noch durchaus ungeteilt — gedeutet werden können. Man könnte, wenn nicht die thatsächlichen Feststellungen Salenskys vorlägen, angesichts dieses frühzeitigen Auftretens solcher elliptischer Nervenplatten versucht sein, diese in genetischen Zusammenhang mit dem zentralen Mesodermstrange der jüngeren Keimscheibe zu bringen.

Auf dem Stadium F nach Salensky läßt sich bereits die nächste Entwickelungsstufe der Nervenanlagen, die von Salensky völlig übersehen wurde, konstatieren. Die elliptischen Zellkomplexe wachsen rasch distal zu in einen Zellfaden aus, der sich mit seiner letzten Zelle meist direkt an die nächstfolgende Zellgruppe anlegt, es ist natürlich der „Nervenfortsatz" (Taf. XXXVI, Fig. 11). Fast gleichzeitig oder unmittelbar darauf wachsen am proximalen Ende jederseits zwei stärkere Zellstreifen, die beiden „Seitennervenröhren" (Taf. XXXVI, Fig. 11),

wie ein paar Hörner aus. Dadurch erhält die Nervenanlage, von der Fläche betrachtet, ein dreieckiges Aussehen, das sich auch in allen folgenden Stadien natürlich noch beobachten läßt. Die Querschnitte Taf. XXXVIII, Fig. 6 und 7 deuten diese Verhältnisse wenigstens an. In Fig. 6 erscheint die Nervenanlage als ein kompakter Zellkomplex, es ist das spätere Ganglion; in Fig. 7 ist der Zellfaden, nämlich der bereits vorhandene „Nervenfortsatz", mit einer Zelle getroffen.

Auf die weiteren Schicksale der Nervenanlage einzugehen, erübrigt sich. Nur Fig. 56 bis 56 D bei Salensky sei in diesem Zusammenhange noch herausgegriffen. Diese Querschnitte durch das Stadium G bis H entsprechen den von mir Taf. XXXIX, Fig. 4—7 gezeichneten. Hier ist Salensky der Irrtum unterlaufen, daß er die ringförmigen Querschnitte der „Seitennerven" des jungen Primärascidiozooids (vergl. Taf. XXXIX, Fig. 6 und 7 *nr*) für die Cloacalhöhle der Knospe gehalten hat. Diese meine Behauptung bedarf eigentlich kaum einer Begründung; denn Fig. 58 von Salensky beweist selbst die Richtigkeit. Auf diesem Querschnitt durch den proximalen Teil von Stadium J zeichnet Salensky ganz richtig das erstmalige Zusammenfließen der Peribranchialtaschen zur Cloake. Thatsächlich erreichen sich erst etwa auf dem Stadium H Salenskys die Peribranchialräume unmittelbar hinter dem Seitennervenring, und zwar nur auf kurze Entfernung, wie es Taf. XXXIX, Fig. 14 zeigt; das Zusammenfließen spielt sich etwa im Stadium J ab (vgl. Taf. XXXV, Fig. 5 und Taf. XXXVI, Fig. 12 und 13). Außerdem könnten Querschnitte durch die Cloake solche Bilder, wie sie Salensky in den irrigen Figuren (56 A bis D) zeichnet, nimmermehr geben; das ergiebt eine einfache Ueberlegung und Vergleichung einer entsprechenden Totoknospe (Taf. XXXVI, Fig. 11—13).

d) Zur Cloacalöffnung des Cyathozooids.

Zu den seit Kowalevsky (1875) strittigen Punkten gehört auch die Entstehung der Cloakenöffnung des Cyathozooids. Während Kowalevsky (S. 628) behauptete, sie sei nichts anderes, „als die zu einem Raume verschmolzenen Oeffnungen der Peribranchialröhren", lehrte Salensky, und Korotneff bestätigte (1906) diese Angaben, daß die Oeffnungen der Peribranchialröhren sich schließen und die cloacale Oeffnung eine selbständig entstandene Ektodermeinstülpung sei, in welche die beiden Peribranchialröhren später einmünden.

Ich hatte meine Beobachtungen unter Beigabe von Toto- und Schnittzeichnungen über diesen Gegenstand abgeschlossen, als Julin (1912) in seiner Arbeit ein völlig zutreffendes Urteil fällte, ohne allerdings Schnitte oder Totozeichnungen beizubringen, so daß mir wenigstens noch Gelegenheit gegeben wird, durch meine bildliche Darstellung Julins Worte zu illustrieren. Julin stellt zunächst mit Recht fest, daß die von Kowalevsky gemachte Beobachtung richtig ist, wonach die Oeffnungen der Peribranchialröhren nicht geschlossen werden, was Salensky und Korotneff bezweifelten, bestätigt aber andererseits wieder Salensky und Korotneff, wenn diese, allerdings aus dem eben genannten Grunde im anderen Sinne, behaupteten, daß die Cloacalöffnung aus einer selbständigen Ektodermeinstülpung und nicht aus dem Zusammenfließen der Peribranchialöffnungen hervorgehen.

Ich habe Taf. XL, Fig. 16—20 fünf aufeinander folgende Entwickelungsstadien der

cloacalen Oeffnung des Cyathozooids dargestellt, wie sie sich dem Auge bei Betrachtung mit stärkeren Vergrößerungen darbieten. Auf Taf. XXXIX, Fig. 19—26 und Taf. XL, Fig. 1—15 sind Querschnitte durch die cloacale Region dieser dargestellten Stadien wiedergegeben.

Der Ueberblick über die dargestellten Totobilder ergiebt zunächst, daß die Peribranchialöffnungen auf keinem Stadium geschlossen sind, und die Schnitte bestätigen dies. Ferner liest man beim Vergleich heraus, daß die Peribranchialöffnungen unter gleichzeitiger Verengerung sukzessive einander sich nähern. Dadurch wurde Kowalevsky ganz mit Recht auf das „Zusammenfließen" geführt. Die Schnitte Taf. XXXIX, Fig. 19—22 und 23—26 durch die Taf. XL, Fig. 16 u. 17 dargestellten Stadien (welche wie die anderen von außen nach innen angeordnet sind) zeigen übereinstimmend, wie die Oeffnungen, welche gewissermaßen noch durch das Ganglion getrennt erscheinen, sich distal vertiefen, bis sie unter die Epidermis treten, proximal dagegen völlig verstreichen. Der einzige Unterschied zwischen beiden Serien besteht nur darin, daß die Oeffnungen im Stadium Taf. XL, Fig. 17 sich vertieft und gleichzeitig verengt haben und näher aneinander gerückt sind. Auf dem Stadium Taf. XL, Fig. 18 tritt eine Neubildung auf, die nur auf Schnitten recht klar wird und von Kowalevsky, weil er auf diesem Stadium keine Schnitte durch die Region angefertigt hatte, übersehen wurde. Es ist eine unpaare Ektodermmulde direkt median und vor dem Ganglion (Taf. XL, Fig. 1, 2), welche die beiden wieder mehr genäherten seitlichen Peribranchialöffnungen aufnimmt. Diese unpaare Einsenkung des Ektoderms, die von den Forschern als Cloacaleinstülpung angesprochen wird, vertieft sich rasch (Taf. XL, Fig. 6—8, 11—12) auf den folgenden Stadien, und da die Oeffnungen der Peribranchialröhren weiterhin sich sehr stark nähern, erscheint die gesamte Bildung als eine zunächst noch weitere und mehr elliptische (Taf. XL, Fig. 19), schließlich (Taf. XL, Fig. 20) als feine kreisförmige Oeffnung.

Mir möchte es nach alledem scheinen, als ob wir doch mit Kowalevsky von einem Zusammenfließen der Peribranchialöffnungen sprechen dürften, freilich in dem Sinne, daß die definitive Vereinigung derselben schließlich durch eine selbständig auftretende unpaare und median vor dem Ganglion liegende Ektodermeinsenkung herbeigeführt wird.

5. Zur Entstehung des Verdauungstraktus in den Ascidiozooiden.

Von Seeliger (1889) und Bonnevie (1896) wurde die Entstehung des Verdauungstraktus in den „Sekundärknospen", von Salensky (1892) in den Primärascidiozooiden beschrieben. Die Meinungsverschiedenheiten bestehen darin, daß Seeliger den Enddarm als „blindsackförmige, nach links gerichtete Ausstülpung" aus dem schon gebildeten Darmabschnitte betrachtet, während nach den Beobachtungen von Salensky und Bonnevie einerseits der Enddarm und andererseits Oesophagus und Magen als gleichwertige, selbständige Bildungen aus der linken bezw. rechten Falte des primitiven Darmrohres hervorgehen sollen. Es würde zu untersuchen sein, ob die an sich ja nicht bedeutungsvollen Unterschiede in der Verschiedenheit von Primär- und Sekundärascidiozooiden begründet sind oder nur auf Beobachtungsfehlern beruhen.

Beschäftigen wir uns daher zuerst mit der Entstehung des Verdauungstraktus in den Primärascidiozooiden.

Die erste Anlage des Darmtraktus der Primärascidiozooide erscheint, wenn man so sagen darf, eigentlich schon im Cyathozooid (sobald die primitive Darmhöhle des Cyathozooids sich geschlossen hat), und zwar in Form der beiden lateralen, dem Dotter aufliegenden Zipfel des primitiven Darmrohres (vgl. Taf. XXXVIII, Fig. 5—7). Da das Cyathozooid als larvales Individuum ja keinen Darmtraktus entwickelt, gehen diese beiden Zipfel gestaltlich so gut wie nicht verändert durch alle Stadien der Keimscheibe hindurch. In der auf Taf. XXXVIII, Fig. 5—7 dargestellten jungen Ascidiozooidenkette wird natürlich zunächst an den Einschnürungsstellen diese Form zerstört (Taf. XXXVIII, Fig. 8), und nur im mittleren Knospenabschnitt tritt insofern eine Weiterentwickelung ein, als durch das Wachstum der Peribranchialtaschen die laterale Wand des Darmrohres nach innen gedrängt wird (Taf. XXXVIII, Fig. 10), wodurch die „Darmschleifen", wie Salensky sagt, nicht nur schärfer hervortreten, sondern auch dorsal zu verlagert werden, wo sie nun auch bei Totobetrachtung als zwei blindsackförmige Ausstülpungen des primitiven Darmrohres hervortreten. Nachdem nun merkwürdigerweise ein Stadium sich einschaltet, wo die Einstülpung kaum hervortritt (Taf. XXXIX, Fig. 4—7, Salensky fand genau dasselbe im Stadium G bis H, Fig. 56—56 D), hebt auf dem folgenden bereits die Entstehung des Darmtraktus an (Taf. XXXVIII, Fig. 12—14; Taf. XXXIX, Fig. 1—3). Verfolgt man die Querschnitte distal-proximalwärts, so erscheinen in Fig. 14, Taf. XXXVIII die beiden Darmschleifen ziemlich symmetrisch. Fünf Schnitte proximalwärts (Taf. XXXIX, Fig. 1) hat sich der Verbindungsspalt der linken Tasche gegenüber dem rechten verengert; weitere 3 Schnitte proximalwärts (Fig. 2) ist er geschlossen, auf dem übernächsten ist die Kommunikation mit der Kiemendarmhöhle unterbrochen, die linke Tasche des zukünftigen Enddarmes hat sich abgeschnürt und erreicht unmittelbar darauf ihr Ende. Die rechte Falte dagegen öffnet sich proximalwärts unter gleichzeitiger Abflachung immer breiter und verstreicht schließlich (es ist der künftige Magen und Oesophagus).

Die weitere Entwickelung zeigen die Querschnitte Taf. XXXIX, Fig. 9—15. Im Gegensatz zum vorigen Stadium sind die beiden Darmschleifen (Fig. 10) distal vom Kiemendarm abgeschlossen, während sie wieder untereinander kommunizieren. Der Verschluß besteht auch noch 2 Schnitte proximalwärts (Fig. 11), aber die linke Schleife steht nicht mehr in Verbindung mit der rechten. Wiederum zwei Schnitte weiter (Fig. 12) erscheinen beide Taschen getrennt, schließlich (Fig. 13) öffnet sich die rechte in den Kiemendarm und streicht noch weiter proximal zu aus (Fig. 14, 15).

Es wird nun nicht schwer sein, auf Grund beider Schnittserien sich ein klares Bild über die Entstehung des Darmtraktus zu machen. Wir sehen, wie Salensky angab, den Enddarm thatsächlich aus der linken primitiven Darmschleife selbständig entstehen, und zwar dadurch, daß die Ränder der linken Darmschleife verlöten (Taf. XXXIX, Fig. 2), aber nicht auf der ganzen Strecke (distal-proximal), sondern nur proximal, also am After des späteren Enddarmes. Distal dagegen bleiben die Schleifen (Enddarm und Magen) sowohl untereinander als auch mit dem Kiemendarm zunächst in Kommunikation. Dies alles geschieht, bevor der Magen aus der rechten Falte hervorgeht. Dieser entsteht nicht einfach durch Verschluß der rechten Darmfalte, sondern vielmehr, indem distal (Fig. 10 und 11, Taf. XXXIX) durch Verlöten der Einstülpungsränder der Darmschleifen beide Falten gleichzeitig als herzförmiges Divertikel (im Querschnitt) vom Kiemendarm abgeschnürt

werden. Weil aber während dieses Verschlusses die frühere Kommunikation zwischen rechter und linker Tasche distal erhalten bleibt — der Schluß der linken erfolgt nur proximal — steht auch der Enddarm mit dem Magen von Anfang an in Verbindung oder erscheint dann allerdings als „blindsackförmige Ausstülpung" der einheitlichen Darmanlage, wie Seeliger meint. Natürlich wird der proximale Teil der rechten Falte, welcher klaffend bleibt und in den Kiemendarm verstreicht, zum Oesophagus.

Salensky hatte auf Stadium H (welches zwischen den beiden von mir citierten Stadien liegt) die Entstehung des Enddarmes richtig beobachtet (Fig. 65 C—E). Zur Illustration der weiteren Entwickelung verweist er aber im Text sonderbarerweise auf Stadium K (Fig. 57) und nicht auf das anschließende Stadium J (Fig. 58), welches meines Erachtens (in Fig. 58 A und B) als jüngeres viel geeigneter ist.

Wie Bonnevie zu ihrer korrekten Schlußfolgerung über die Entstehung des Verdauungstraktus kommt, ist mir nicht recht ersichtlich, da auf den Stadien, denen sie die im Text citierten Schnitte (Fig. 32—37) entnommen hat, der Darmtraktus längst entwickelt vorliegt. Ueber das erste Auftreten der Darmanlage können diese frontalen Schnitte jedenfalls nichts aussagen.

Wenn wir nunmehr auch in den „Sekundärknospen" von *P. giganteum* das erste Auftreten der „Darmschleifen" konstatieren wollen, müssen wir gleichfalls sehr weit zurückgreifen. Schon im sehr jungen Stolo (Taf. XXXVII, Fig. 5) haben wir in den dorsal gerichteten Zipfeln des Entodermrohres dieselben vor uns. Sie treten somit sogar eher auf als die primitiven Endostylfalten. Auf den späteren Stadien (Taf. XXXVII, Fig. 6, 8, 9) finden wir die dorsalen Divertikel bedeutend weiter entwickelt wieder, nachdem die Seitenwände des Entodermrohres von den Peribranchialröhren nach innen gedrängt worden sind. In Fig. 1, Taf. XXXVIII sehen wir die seitlichen Kiemendarmwände bereits so weit eingefaltet, daß sie sich berühren. Dadurch sind die beiden Darmdivertikel vom Kiemendarm abgeschlossen. Distalwärts (Taf. XXXVII, Fig. 11) erscheinen auf dem Querschnitt zwei vollständig getrennte Räume, dorsal die Anlage des Darmtraktus, ventral der Distalabschnitt des Kiemendarmes.

Auf dem Taf. XXXVI, Fig. 8 gezeichneten Stadium ist der Verdauungstraktus in seiner primitiven Anlage bereits vorhanden, und zwar, wie besonders der optische Längsschnitt bei der Totobetrachtung erkennen läßt, wieder in Form der beiden nach hinten-oben gerichteten symmetrischen Divertikel des Kiemendarmes. Die Querschnitte (Taf. XXXVII, Fig. 11 und Taf. XXXVIII, Fig. 1—2) durch diese Anlage zeigen aber beim Vergleich mit den entsprechenden Stadien in Primärknospen (Taf. XXXVIII, Fig. 14; Taf. XXXIX, Fig. 1—3 und 10—15) bemerkenswerte Unterschiede. In den Primärknospen vollzieht sich proximal die Abschnürung des Enddarmes aus der linken „Darmschleife", während der distale Teil derselben und die rechte in ihrer ganzen Länge mit dem Kiemendarm in offener Verbindung stehen. Erst später (Taf. XXXIX, Fig. 10 und 11) erfolgt durch den distalen Verschluß beider Divertikel die Bildung des Magens. Hier in den Sekundärknospen sehen wir dagegen die gesamte Darmanlage ventral in ganzer Länge vom Kiemendarm bereits abgeschnürt (durch eine von hinten-unten und von den Seiten kommende Einfaltung), bevor die Abschnürung des Enddarmes stattgefunden hat; denn die beiden Divertikel erscheinen auf allen Querschnitten vollkommen symmetrisch, ein Zusammenneigen oder Verlöten von Teilen der Wände wie in den Primärknospen (vgl. Taf. XXXIX, Fig. 1—3, 11, 12) läßt sich auf diesem Stadium nirgends konstatieren. Fig. 1,

Taf. XXXVIII stellt den am weitesten proximal durch die Anlage geführten Schnitt dar; auf dem proximal folgenden öffnet sich die bis dahin ventral geschlossene Darmanlage in dem Kiemendarm und erreicht gleichzeitig ihr Ende. Es ist also auch der Oesophagus noch nicht vorhanden. So repräsentiert die Gesamtanlage des Verdauungstraktus in den Sekundärknospen auf diesem Stadium etwa die Ausbildungsweise des distalen Teils derselben in etwas älteren Primärknospen (vgl. Taf. XXXIX, Fig. 10).

Die weitere Entwickelung von Enddarm und Magen verläuft nunmehr wie in den Primärascidiozooiden, indem durch Verlöten der Wände des proximalen Teils der linken Darmschleife der Enddarm entsteht, während der Magen eigentlich schon eher, bereits durch den Verschluß der beiden Divertikel gebildet erscheint. Zu diesen weiteren Stadien bildet Seeliger in Fig. 59 bis 63 einige Querschnitte ab, von denen besonders Fig. 61 die beginnende Bildung des Enddarms durch Zusammenneigen der proximalen Wände des linken Divertikels erkennen läßt. Der zugehörige Text (S. 23, 24) zeigt aber, daß Seeliger, wie schon Salensky behauptete, diese völlig einwandfreien Schnittbilder, welche allerdings nicht den frühesten Zustand der Darmanlage darstellen, falsch gedeutet hat.

Bei *P. Agassizi* verläuft die Entwickelung des Verdauungstraktus immerhin abweichend. Wenn man die Querschnitte Taf. XXXIV, Fig. 4—12 überblickt, wird man in keinem jene bei *P. giganteum* (Taf. XXXVII, Fig. 6—8) auftretenden dorsalen Divertikel des Kiemendarmes vorfinden. Vielmehr erscheint die Dorsalwand des Entodermrohres in den jüngeren Stadien (Taf. XXXIV, Fig. 6—9) auf dem Querschnitt dorsal sogar median zugespitzt, ist in Wirklichkeit also gekielt, auf den späteren dagegen flacht sich im mittleren Knospenabschnitt die Dorsalwand fast eben ab (Taf. XXXIV, Fig. 11, 13). Gleichzeitig tritt hier eine linke Einfaltung auf, die ohne Kenntnis der folgenden Stadien völlig rätselhaft bleiben müßte. Auf den Querschnitten durch den hinteren Teil der in Fig. 6, Taf. XXXIII dargestellten Knospe (Taf. XXXIV, Fig. 14) erscheint dieselbe linke Falte an der dorsalen Wand etwas vertieft. Einige Schnitte proximal (Fig. 15) hat sich daraus ein kurzes Rohr abgeschnürt. Der Vergleich mit den Taf. XXXV, Fig. 1—3 dargestellten Querschnitten durch ein Stadium (Taf. XXXIII, Fig. 7), auf welchem der Darmtraktus entwickelt ist, läßt keinen Zweifel darüber, daß es sich in jenem linken Rohr um den Enddarm handelt. Wir sehen also in den Sekundärknospen von *P. Agassizi* wieder (wie in den Primärascidiozooiden von *P. giganteum*) zuerst den Enddarm sich abschnüren, bevor der Magen sich bildet. Die Abschnürung geschieht durchaus asymmetrisch, nur auf der linken Seite, eine entsprechende rechte Falte fehlt zur Zeit ganz; vielmehr steht der übrige rechte Teil der Dorsalwand des Kiemendarmes, aus welcher der Magen und Oesophagus entsteht, in ganzer Breite mit der Kiemendarmhöhle in Verbindung. Der Magen geht nun aus diesem rechten Teil dadurch hervor, daß die linke obere Seitenwand (unterhalb des Enddarms) gegen das Innere zu vordringt (vergl. Taf. XXXV, Fig. 3), und daß besonders von der distalen Ventralseite (in den Querschnitten nicht hervortretend) eine Einfaltung anhebt, welche den distalen Teil des Magens und die Kommunikation desselben mit dem Enddarm vom Kiemendarm absetzt.

Faßt man also zusammen, so ergiebt sich, daß in allen Fällen, in Primär- und Sekundärknospen, die Entstehung des Darmtraktus insofern einheitlich erfolgt, als aus der linken Darmschleife der Enddarm, aus der rechten Magen und Oesophagus selb-

ständig hervorgehen. Freilich scheint das zeitliche Verhältnis der Entstehung dieses oder jenes Teiles in Primär- und Sekundärknospen derselben Form *(P. giganteum)* und auch im Vergleich zu anderen Arten verschieden zu sein. In den Primärknospen von *P. giganteum* entsteht der Enddarm, bevor der Magen sich bildet, ebenso in den Sekundärknospen von *P. Agassizi*; in den Sekundärknospen von *P. giganteum* dagegen verläuft die Bildung umgekehrt. Während dort (in den Primärknospen von *P. giganteum* und in den sekundären von *P. Agassizi*) erst die linke Darmschleife proximal verlötet und hernach die von hinten-unten und von den Seiten fortschreitende Einfaltung die Divertikel schließt und vom Kiemendarm absetzt, erfolgen hier in den Sekundärknospen von *P. giganteum* umgekehrt erst die letztgenannten Einfaltungen und danach die Verlötungen im linken Divertikel.

II. Systematischer Teil.

Einleitung[1]).

Unsere Kenntnis der Pyrosomenfamilie reicht bis zum Jahre 1804 zurück, wo Péron sein *P. „atlanticum"* beschrieb. 1813 wurde durch Lesueur eine neue Form unter dem Namen *P. elegans* und 2 Jahre später eine dritte, nämlich *P. giganteum*, durch diesen Forscher bekannt. Schon Seeliger (1895) war der Meinung, daß das später fort und fort in der Litteratur (z. B. von Vogt 1848, Bonnevie 1896) genannte *P. elegans* hypothetisch sei. Ich selbst erörterte (1909) diese Frage und kam aus mehrfachen Gründen zu demselben Schluß (siehe unten). Diese beiden Arten, *P. atlanticum* und *P. giganteum*, blieben über ein halbes Jahrhundert die einzigen bekannten Pyrosomenformen, obschon natürlich die Fundorte aus dem Atlantik durch Bennet, Meyen, Huxley u. a. sich vermehrten, und gleichzeitig auch durch Vogt, Keferstein und Ehlers, Panceri u. a. Pyrosomen aus dem Mittelmeere bekannt wurden.

Eine neue Art, *P. spinosum* — wahrscheinlich dieselbe, welche Perrier von der „Talisman"-Fahrt (1886) schon unter dem Namen *P. excelsior* beschrieben hatte — fand Herdman (1888) im Material des „Challenger" aus dem Atlantik. Die Plankton-Expedition konnte zwar *P. spinosum* nicht auffinden, erbeutete aber außer *P. giganteum* und *P. atlanticum* als neue Arten *P. aherniosum* und das von Seeliger, dem Bearbeiter, selbst als zweifelhaft angegebene *P. minimum*. Schließlich wurde durch die Fahrt des „Albatross" im tropischen Pacifik vom August 1899 bis März 1900 die Zahl der bekannten Arten um eine weitere Form, um *P. Agassizi*, vermehrt, welche von Ritter und Byxbee (1905) beschrieben wurde[2])[3]). Das von Bonnier und Perez (1902) aus dem Indischen Ocean beschriebene *P. indicum* ist, wie unten noch erörtert werden soll, nichts anderes als *P. spinosum*.

1) Ausführliche geschichtliche Darstellungen der Pyrosomenfamilie wurden bereits von Seeliger (1895) und im Bronn, III. Suppl., gegeben, wenn wir von den älteren Huxley's (1861) und Herdman's (1888) absehen.

2) Diese Form wurde von der „Valdivia" an 14 Stationen in 25 Stücken erbeutet und zwar natürlich früher (vom August 1898 bis April 1899) als vom „Albatross". Da die Publikation durch Ritter und Byxbee jedoch eher erfolgte als mir das Pyrosomenmaterial von Rostock zuging, müssen wir diese Art als bekannt mitzählen.

3) Während der Drucklegung ist inzwischen die Bearbeitung des Pyrosomenmaterials der Reisen des Fürsten von Monaco erschienen (Krüger 1912), woraus hervorgeht, daß *P. Agassizi* in den Jahren 1895—1910 wiederholt im Atlantischen Ocean auf den verschiedenen Expeditionen des Fürsten erbeutet wurde.

Somit waren — wenn wir von *P. minimum* und *P. indicum* absehen — im ganzen 5 Arten, *P. atlanticum, giganteum, spinosum, aherniosum* und *Agassizi* bekannt, als mir (1907) das Pyrosomenmaterial zur Bearbeitung übergeben wurde.

Die Pyrosomenausbeute der Deutschen Tiefsee-Expedition muß, was die Anzahl der gefangenen Arten anlangt, als recht reich bezeichnet werden; denn die „Valdivia" fing von den 5 bekannten Arten alle und dazu 3 neue Formen.

(Hätte die Durchsicht des Materials vorgenommen werden können, ehe das vom „Albatross" später erbeutete *P. Agassizi* durch Ritter und Byxbee (1905) beschrieben worden war, so wären es 4 bekannte und 4 neue Arten.)

Es sind:

1. *P. atlanticum* Péron[1]),
2. *P. giganteum* Lesueur,
3. *P. spinosum* Herdman,
4. *P. aherniosum* Seeliger,
5. *P. Agassizi*, Ritter und Byxbee, und dazu die 3 neuen Species:
6. *P. verticillatum* n. sp.,
7. *P. operculatum* n. sp.,
8. *P. triangulum* n. sp.

Uebersicht über die Pyrosomenarten.

Die systematische Stellung der Pyrosomen ist von berufener Seite bereits so oft diskutiert worden, daß es schwer halten dürfte, Neues zu diesem Thema hinzuzufügen. Morphologische und ontogenetische Beziehungen und darauf gegründete phylogenetische Deduktionen bestimmen auch hier die Stellung, welche der einzelne Forscher der Pyrosomengruppe innerhalb des Tunicatengeschlechtes zuweist. Während die einen (Claus 1882, Uljanin 1884, Lahille 1887, Herdman 1888, 1891, Ritter 1905, Jaekel 1911 u. a.) mit Lesueur (1815) und Savigny (1816) die Pyrosomen zu den Ascidien stellen, rechnen die anderen, z. B. Bronn (1862), Grobben (1882 und 1908), Seeliger (1885, 1895 und Bronn, III. Suppl.), Brooks (1893), Salensky (1895), Garstang (1895), Sluiter (1895) die Pyrosomen mit den Dolioliden und Salpen zusammen zu den Thaliaceen. Ich folgte in Bronn dieser letzteren Auffassung, der sich auch neuerdings Ihle (1910) anschloß, und bezeichnete die Pyrosomen als „Synthaliaceen".

Natürlich entsprechen auch die Bezeichnungen, welche die Forscher der Pyrosomengruppe verleihen, der einen oder anderen Ansicht, wie nur einige wenige Beispiele andeuten mögen.

So nannte Savigny die Pyrosomen (1816) Ascidiae luciae, Bronn (1862) Nectascidier, Gegenbaur (1872) Luciae, Balfour (1881) Natantia, Claus (1882) Ascidiae salpaeformes, ebenso Herdman (1888); Damas (1904) Polyprostigmata, Jackel (1911) Centrascidier.

Es ist selbstverständlich hier nicht der Ort, auf diese Systeme einzugehen. Nur auf die in den vorhergehenden Kapiteln mitgeteilten Thatsachen, welche zu der Frage nach der systematischen Stellung der Pyrosomen in Beziehung stehen, sei in diesem Zusammenhange noch hingewiesen; nämlich einmal auf die Beziehungen zwischen geschlechtlicher und un-

1) Vergl. dasselbe unten.

geschlechtlicher Fortpflanzung (S. 308 ff.) und sodann auf die Entstehung des Stolo prolifer (S. 323 ff.). Wenn hinsichtlich des ersteren Punktes die Pyrosomen gewissermaßen als Vermittler zwischen Synascidien einerseits und Dolioliden und Salpen andererseits auftreten, so scheinen die Thatsachen über die Zugehörigkeit der Stolostränge zu einem der 3 Keimblätter, wie überhaupt die gesamte Zusammensetzung und Entwickelung des Stolo prolifer die Pyrosomen den Salpen zu nähern[1]). Aus jenen mitgeteilten Beobachtungen weitergehende Schlüsse über die Phylogenie der 3 Thaliaceengruppen und über deren phylogenetisches Verhältnis zu den übrigen Tunicaten zu ziehen, möchte ich Berufeneren überlassen.

Was nun die Einteilungsgründe für die Klassifizierung innerhalb der Pyrosomenfamilie anlangt, so ist ja bekannt, daß Savigny die Anordnung der Ascidiozooide im Stock zum Einteilungsprinzip machte und die 3 damals bekannten Arten in *Pyrosomata verticillata (P. elegans)* und *Pyrosomata paniculata (P. giganteum* und *atlanticum)* auseinanderlegte. In dieser Unterscheidung in solche Pyrosomenstöcke mit regelmäßig übereinander liegenden Ringen oder Etagen und in solche mit völlig unregelmäßiger (wirrer) Anordnung der Ascidiozooide ist Herdman (1888) Savigny gefolgt. Seeliger (1895) entgegnet, daß von Savigny und Herdman hier eine Eigentümlichkeit des Stockes zum obersten Einteilungsprinzip erhoben worden sei, „die in verschiedenen Altersperioden an ein und derselben Kolonie auftritt".

Seeligers Einwand mußte so lange völlig begründet erscheinen, als nicht eine Pyrosomenform gefunden war, welche auch im höheren Alter die Anordnung der Ascidiozooide in regelmäßigen Ringen oder Etagen bewahrt; denn einmal hat sich herausgestellt (Seeliger 1895, Neumann 1909), daß *P. elegans* Savigny, welches diese Eigentümlichkeit haben sollte, hypothetisch ist, und sodann zeigen tatsächlich die jungen Stöcke aller Arten — ob auch *P. Agassizi* und *spinosum*, muß die Zukunft lehren — jene charakteristische Anordnung in getrennten Ringen, wenn sie auch bei verschiedenen Species mehr oder weniger lange beibehalten wird (vergl. oben S. 301). Allein die von der „Valdivia" zuerst erbeutete Art *P. verticillatum* dürfte, wie ich oben (S. 295/96) schon nachzuweisen versuchte, jenen Jugendzustand in der Knospenanordnung auch in späteren Stadien der Stockbildung festhalten (vergl. auch unten), so daß wir in dieser Form ein *Pyrosoma „verticillatum"* im Sinne Savignys vor uns hätten.

Wenn ich daraufhin auch von zwei Modalitäten der Ascidiozooidanordnung im Stock, von der staffelförmigen und ringförmigen sprach, so möchte ich doch andererseits diesen Unterschied nicht zu einem Einteilungsgrund erheben; denn es wäre ja immerhin möglich, daß bei *P. verticillatum* in hohem Stockalter, also in größeren Kolonien — die größte der „Valdivia" ist 3 cm lang — jene staffelförmige Anordnung Platz griffe. Und ferner könnte eingewendet werden, daß die ringförmige Anordnung bei *P. verticillatum* (wie bei allen anderen jungen Stöcken) ja auch gleichzeitig eine staffelförmige ist, insofern als, wie oben ja ausführlich erörtert wurde, bei der Stockbildung normalerweise jedes folgende Tier sich gesetzmäßig über dem Zwischenraume zwischen zwei älteren Tieren festsetzt.

Wenn Seeliger in seiner Kritik der von Herdman zur weiteren Artentrennung benutzten

1) Die allgemeinen Bemerkungen S. 339 waren schon gedruckt, als mir leider verspätet die Arbeit von Bruchlos (1910) über die Stoloentwickelung der Salpen bekannt wurde. Darin werden die Befunde Seeligers (1888) (mesodermale Herkunft des Nervensystems und der Peribranchialröhren) im Gegensatz zu Brooks (1893) und Korotneff (1894) durchaus bestätigt und die Existenz eines Pericardialstranges (Korotneff) verneint. Danach allerdings dürfte von einer Aehnlichkeit hinsichtlich der Herkunft der Stolostränge bei Pyrosomen und Salpen nicht mehr gesprochen werden.

Merkmale (Größe, Form und Beschaffenheit der Mantelfortsätze) hinsichtlich der Stockform hervorhebt, „daß die Form des Stockes einer Art recht weitgehenden Verschiedenheiten unterliegen kann und es nicht angeht, Arten darauf zu gründen, daß die eine Kolonie cylindrisch, die andere konisch ist", so hat er damit sicher recht. Freilich darf damit nicht gesagt sein, daß die Stockform als Erkennungsmittel gar nicht zu brauchen oder doch nur von untergeordneter Bedeutung sei. Jeder, der mit verschiedenen Pyrosomenstöckchen schon zu thun hatte, wird wissen, daß es nur einiger Erfahrung bedarf, um verschiedene Kolonien an ihrem „Habitus" oder ihrer „Wuchsform" mit bloßem Auge zu erkennen und von anderen zu unterscheiden. Dies gilt z. B. sicher für die Stöckchen von *P. aherniosum*, die zufolge der Eigentümlichkeit, daß sich jüngere Etagen zwischen älteren einschieben (vergl. oben S. 301), meist ein ganz charakteristisches Aussehen haben. Ferner sind die etwa 10—15 cm langen und dabei besonders schlanken, weichen Kolonien von *P. Agassizi* sofort von allen übrigen zu unterscheiden. Die einzige Kolonie von *P. operculatum*, welche das Material der Deutschen Tiefsee-Expedition enthält, hatte in ihrer muffartigen, beiderseits stark abgestumpften Form beim ersten Anblick für mich auch etwas durchaus Eigentümliches und sofort Auffallendes. Endlich die typisch eiförmigen, glatten Stöckchen von *P. verticillatum* werden, soviel jetzt sich sagen läßt, von keiner anderen Art kopiert.

Freilich muß auch hinzugefügt werden, daß uns, wie das letzte Beispiel schon lehrt, außer der Form vornehmlich die Beschaffenheit der Stockoberfläche bei der Erkennung leitet. Eine mittlere, 10—15 cm lange Kolonie von *P. giganteum* wird von einer solchen von *P. atlanticum* sofort an den langen Schlundrohren zu unterscheiden sein (Genaueres siehe unten). Aber alles das reicht allein natürlich nicht aus, um Arten zu trennen, sondern man wird es in dieser Beziehung mit Seeliger halten, wenn er sagt: „Es ist vielmehr einzig und allein der Bau der einzelnen Ascidiozooide, auf den die Aufstellung einer Art gegründet werden darf."

Als besonders bedeutungsvoll für die Gruppierung der Arten erachtet Seeliger unter diesem Gesichtspunkte die Beschaffenheit und Lage der Geschlechtsorgane. Er konnte danach die ihm aus eigener Anschauung bekannten Arten (*P. giganteum, atlanticum* und *aherniosum*) in zwei Gruppen trennen, in eine solche, bei welcher der Hoden „in einer besonderen bruchsackartigen Ausstülpung der primären Leibeshöhle liegt" (*P. giganteum, atlanticum*), und in eine, bei der diese Ausstülpung (bei *P. aherniosum*) fehlt. Wenn er nun feststellte, daß bei den Ascidiozooiden der ersteren Gruppe das sich entwickelnde Ei in den unpaaren Cloakenraum gelangt und die Geschlechtsreife der Ascidiozooide erst im hohen Stockalter eintritt (wenn die Kolonie sich aus vielen hundert Einzeltieren zusammensetzt), während in der zweiten Gruppe der Embryo sich im rechten Peribranchialraum entwickelt und die Geschlechtsorgane schon in kleinen, mehrreihigen Stöckchen reifen, so fällt diese Einteilung mit dem von mir oben ausführlich erörterten Verhalten der männlichen und weiblichen Vorreife (Protandrie und Protogynie) zusammen. Von den inzwischen neu hinzugekommenen Arten würde dann *P. triangulum* (wegen des Bruchsackes) zu der ersteren Gruppe zu zählen sein (Embryonen sind noch nicht beobachtet), *P. verticillatum* hingegen der zweiten Gruppe angehören, denn die Ausstülpung fehlt bei ihm, der Embryo reift im rechten Peribranchialraum, und die (weibliche) Geschlechtsreife tritt sehr früh ein. *P. operculatum* folgt aber dieser Regel nicht, denn der Hoden liegt zwar in einer Hervorbuchtung des Körpers, und der Embryo macht seine Entwickelung nicht im rechten Peribranchialraum, sondern in der Cloake durch, aber die Art ist sicher weiblich vorreif.

Es dürfte übrigens, wie ich in Bronn, III, Suppl. II (S. 113) schon hervorhob, nicht so sehr die Lage der Geschlechtsorgane (im besonderen natürlich die des Ovars), als vielmehr die Geräumigkeit der Cloake dafür bestimmend sein, ob der Embryo in den rechten Peribranchialraum oder in die Cloacalhöhle gelangt. Bei *P. giganteum*, *atlanticum* und *operculatum* ist die letztere verhältnismäßig groß und lang ausgezogen, und die Geschlechtsorgane erscheinen (vielleicht weil der gesamte Distalabschnitt des Ascidiozooids größer ist) weiter nach hinten gerückt. Bei *P. aherniosum* und ganz besonders bei *P. verticillatum* aber ist die Cloake sehr kurz, so daß sich mindestens bei den Ascidiozooiden der letzteren Art ein Embryo hier gar nicht festklemmen könnte.

Wie es in dieser Hinsicht mit *P. Agassizi* steht, wissen wir nicht, weil noch keine Ascidiozooide mit Geschlechtsorganen gefunden worden sind. Bei den entwickelten Ascidiozooiden von *P. spinosum* buchtet der mäßige Hoden die ventrale Leibeswand ebenfalls vor; die Art ist sicher auch protandrisch, wo aber der Embryo zur Entwickelung gelangt, ist unbekannt; wir dürfen jedoch vermuten, daß es in der Cloake geschieht.

Zu dem Vorstehenden sei mir nur noch die Bemerkung gestattet, daß Seeliger's Worte von „einer besonderen bruchsackartigen Ausstülpung der primären Leibeshöhle" jedenfalls nicht so verstanden werden dürfen, als ob schon während der Ontogenese (in der jungen Knospe) ein solcher Bruchsack angelegt würde, in welchen dann der Hoden hineinrücke. Die Entwickelung der Knospen und jungen Ascidiozooide, die ja von Seeliger selbst bei *P. giganteum* studiert wurde, zeigt, daß auch die hintere Ventralfläche so lange eben verläuft, bis der sich entwickelnde Hoden eben bei gewissen Arten die distale Bauchwand buckelförmig hervorwölbt (vergl. Taf. XXXVI). Wenn nun auch zweifellos die von Seeliger zuerst betonten und von mir unten ausführlich erörterten Geschlechtsverhältnisse (in Verbindung mit der Lage des Hodens) eine Gruppierung der Pyrosomenarten ergeben, so stellt sich doch beim vergleichend-morphologischen Studium der uns zur Zeit bekannten Pyrosomenformen sofort eine andere scharfe Zweiteilung heraus, welche auf einer ganzen Anzahl tiefgreifender morphologischer Unterscheidungsmerkmale beruht.

In die eine Gruppe gehören *P. atlanticum, giganteum, triangulum, operculatum, aherniosum, verticillatum;* in die andere nur *P. Agassizi* und *spinosum.*

Stellen wir im folgenden einige Unterscheidungsmerkmale zusammen (vergl. dazu Taf. XLI, Fig. 8 u. Taf. XLII, Fig. 1).

An erster Stelle wäre hervorzuheben, daß sich, wie schon ausgeführt wurde, *P. Agassizi* und *spinosum* bei der Stockbildung insofern anders als die übrigen Arten verhalten, als ihre Knospen nicht wandern. Beide Arten dürften ferner, soviel uns bekannt ist, die größten Stöcke bilden. Es sind auch die einzigen Arten, bei denen die Mantelfortsätze ventral und nicht dorsal vor der Mundöffnung stehen. Der auffälligste morphologische Unterschied der Einzeltiere ist der, daß der Cloakenmuskel nicht auf der Cloake selbst, sondern mitten über dem Peribranchialraume, bezw. Kiemendarme liegt. Damit stehen interessante Eigentümlichkeiten in der Topographie des peripheren Nervensystems im Zusammenhange, welche erst unten genauer vergleichend erörtert werden sollen. Beiden Formen ist ein „ventrales und dorsolaterales" Muskelsystem eigen, welches den übrigen Arten völlig fehlt. Dabei stellt, was wieder bei keiner anderen Pyrosomenform vorkommt,

der Sphincter der Cloacalöffnung keinen geschlossenen Muskelring dar, und der Mundsphincter erscheint in eine Anzahl feiner zirkulärer Muskelfäden aufgelöst. Die Flimmerbänder laufen bei beiden Arten nicht in der Flimmergrube des Ganglions zusammen, sondern vereinigen sich erst hinter diesem auf der Dorsalseite; wo ihre Vereinigung geschieht, entspringt der erste Rückenzapfen. Die Mundöffnung besitzt nicht nur den „Ventraltentakel", sondern erscheint von einer ganzen Anzahl kleinerer Mundtentakeln umstellt. In der Form des Verdauungstraktus und in der Lage der Geschlechtsorgane weichen diese beiden Formen von sämtlichen anderen ab, ebenso in der Zahl und Lage der Mantelgefäße; denn während die Ascidiozooide aller übrigen Arten nur ein Mantelgefäß entwickeln, welches an der hinteren Dorsalseite zwischen Cloacalmuskel und Darmtraktus entspringt, besitzen die Ascidiozooide von *P. Agassizi* (und wahrscheinlich auch von *P. spinosum*) zwei Mantelgefäße, welche am Dorsalende des Cloakenmuskels, also an den Flanken des Körpers entspringen. Schließlich besitzen sie nicht nur die zwei Leuchtorgane zu beiden Seiten der Mundöffnung, sondern auch noch ein zweites Paar ventral von der Cloakenöffnung. Das blutbildende Organ liegt nicht an der Dorsalseite, sondern am Darmtraktus. Die Cloakenöffnung ist durch einen dorsalen zipfelförmigen Anhang ausgezeichnet, der sämtlichen anderen Arten fehlt. Schließlich weist auch der histologische Bau des Ganglions, des Darmtraktus und des Endostyls Verschiedenheiten gegenüber anderen Arten auf. Daß sich auch eine ganze Reihe feinerer Unterschiede in der Ontogenese finden, wurde im zweiten Teile schon ausgeführt.

Alle diesen beiden Arten gemeinsamen Unterschiede rücken *P. Agassizi* und *spinosum* einerseits von sämtlichen anderen Arten so weit ab und nähern andererseits wieder beide Arten einander so sehr, daß es gerechtfertigt erscheinen dürfte, daraufhin eine Zweiteilung der Pyrosomenfamilie vorzunehmen, in „Pyrosomata fixata", solche, deren Knospen nicht aktiv im Stocke wandern, und „Pyrosomata ambulata", deren Knospen bis zu ihrer definitiven Festsetzung vermittels Phorocyten aktiv im Mantel sich fortbewegen. Da vermutlich, wie noch gezeigt werden soll, die Pyrosomata fixata die ursprünglicheren sein dürften, soll zuerst mit der Beschreibung dieser begonnen werden.

1. Pyrosomata fixata.

Knospen nicht wanderungsfähig, relativ lange mit dem Muttertier in Verbindung bleibend. Je ein kurzer kräftiger Mantelfortsatz ventral vor der Ingestionsöffnung jedes Ascidiozooids. Mantelgefäße stets zwei. Cloacalmuskel mitten über dem Peribranchialraume gelegen. Sphincter der Ingestionsöffnung von zirkulären Muskelfäden umgeben; Sphincter der Egestionsöffnung ventral offen. Muskelzüge zwischen Endostyl und Ingestionsöffnung und Ganglion und Ingestionsöffnung, die auf die Seiten des Körpers ausstrahlen. Außer dem Ventraltentakel zahlreiche Mundtentakeln. Vereinigung der beiden Hälften des Flimmerbogens auf der Rückenseite. Flimmergrube vom Ganglion abstehend. Blutbildendes Organ um den Verdauungstraktus gelegen. Außer den Leuchtorganen zu beiden Seiten der In-

gestionsöffnung zwei weitere Leuchtorgane ventral zu beiden Seiten der Cloacalöffnung. Hoden zwischen Magen und Enddarm. Cloacalöffnung mit dorsalem Anhang.

a) *Pyrosoma Agassizi* Ritter u. Byxbee.

Hierzu Taf. XXXIII—XXXV; XXXVII, Fig. 1 u. 2; Taf. XL, Fig. 22—24; Taf. XLI, Fig. 3—8; Taf. XLIII, Fig. 7.
P. Agassizi Ritter u. Byxbee, 1905, S. 201—205, Taf. I, II.
P. Agassizi Ritter u. Byxbee, Ihle, 1910, S. 12.
P. Agassizi Ritter u. Byxbee, Krüger, 1912, S. 11—13, Pl. II, Fig. 6 u 7.

P. Agassizi wurde von Ritter und Byxbee (1905) nach einer Kolonie beschrieben, welche am 14. September 1899 auf der Fahrt des „Albatross" im Pacifischen Ocean, in der Nähe der Marquesas-Inseln, mit dem Trawl gefischt worden war. Die „Valdivia" hatte diese Art bereits vor jener Zeit (zum ersten Male am 18. Januar 1899) an 14 Stationen des Indischen Oceans in 25 Stöcken erbeutet[1]). In der Folgezeit wurde sie auch von der „Siboga"-Expedition in einem Exemplar und 1902, wie Ritter und Byxbee gleichfalls mitteilen, vom „Albatross" in der Nähe von Hawaii gefunden.

Von den durch die „Valdivia" erbeuteten Kolonien von *P. Agassizi* sind zwei in Flemming'scher Flüssigkeit und andere in Sublimat konserviert und so ausgezeichnet erhalten, daß es mir möglich wurde, der detaillierten Beschreibung von Ritter und Byxbee eine Reihe Einzelheiten über diese interessante Pyrosomenform hinzuzufügen und die Zeichnungen der Autoren verbessern und vervollständigen zu können.

Größe und Form der Kolonie. Die erbeuteten Kolonien sind ebenso wie die vom „Albatross" und der „Siboga"-Expedition jüngeren Alters. Ihre Länge schwankt zwischen 2½ und 17 cm; die meisten Kolonien sind 5—8 cm lang, nur je eine 10, 11½, 12 und 17 cm. Die Form aller dieser jungen Stöcke ist ganz charakteristisch und wird von keiner anderen Art (bei gleicher Größe) wiederholt. Sie sind alle außerordentlich dünn und schlank. Der Durchmesser beträgt kaum 1 cm bei 17 cm Länge. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß die Stöckchen (in konserviertem Zustande) meist zusammengefallen, verbogen und geknickt erscheinen. Vielleicht wird diese gelegentliche Deformation auch durch einen besonders weichen, „delikaten" (Ritter und Byxbee) Mantel bedingt. Das geschlossene Ende der Kolonie erscheint stumpf zugespitzt, die offene Basis nicht verbreitert, aber auch nicht zugespitzt, wie Ritter und Byxbee fanden, so daß die Form der Kolonie cylindrisch („cylindrical" Ritter und Byxbee) genannt werden muß.

Mantelfortsätze. Die Mantelfortsätze stimmen in Lage und Form genau mit denen bei *P. spinosum* überein. Je einer liegt ventral vor jeder Ingestionsöffnung (Taf. XLI, Fig. 8). Sie sind relativ kurz und kräftig und meist scharf dreikantig, wobei zwei Kanten lateral liegen, die dritte und schärfste dagegen der geschlossenen Stockspitze zugekehrt ist. Die scharfe Spitze der Mantelfortsätze ist meist leicht, vereinzelt auch schärfer gegen die Ingestionsöffnung zu gekrümmt. Nicht selten zeigt auch die der Mundöffnung zugekehrte Stachelfläche noch eine kurze, von der Spitze auslaufende niedrige Kante (Taf. XLI, Fig. 4), so daß, wie Ritter und Byxbee es auch

1) Noch früher, nämlich 1895 zum ersten Male, wurde sie allerdings, wie jetzt während der Drucklegung bekannt wird, (Krüger 1912), vom Fürsten Albert von Monaco im Atlantischen Ocean gefischt.

angeben, der Stachel (wenigstens an seiner Spitze) vierkantig erscheinen kann. Eine besondere Eigentümlichkeit stellen offenbar die schon von RITTER und BYXBEE beobachteten 4 langen, vierkantigen Mantelfortsätze am offenen Ende, im Umkreise der gemeinsamen Cloacalöffnung, dar. Freilich scheinen diese 4 Stacheln nicht ganz konstant zu sein. RITTER und BYXBEE heben selbst hervor, daß die bei Hawaii gefischte Kolonie dieser „Tentakeln" entbehrte, und ich darf hinzufügen, daß bei weitem nicht alle mir zur Verfügung stehenden Stöcke diese 4 Fortsätze besitzen. Ich fand z. B. in einem Falle, bei einer 4 cm langen Kolonie (Stat. 215), 10 um die gemeinsame Oeffnung verteilte vierkantige Stacheln, die nicht viel größer sind als die übrigen Mantelfortsätze vor den Ingestionsöffnungen, und die diesen auch in der Form gleichen; 2 Kolonien besitzen 2, eine 3 Mantelfortsätze am Diaphragma, 16 von den 20 tadellos erhaltenen Stöcken besitzen die charakteristischen 4 Stacheln. Auch Form und Länge der Fortsätze ist keineswegs immer gleich. Man findet längere neben sehr kurzen, oft sind alle 4 sehr verschieden in der Länge; es wechseln scharfkantige, spitz zulaufende mit stumpfen fingerförmigen

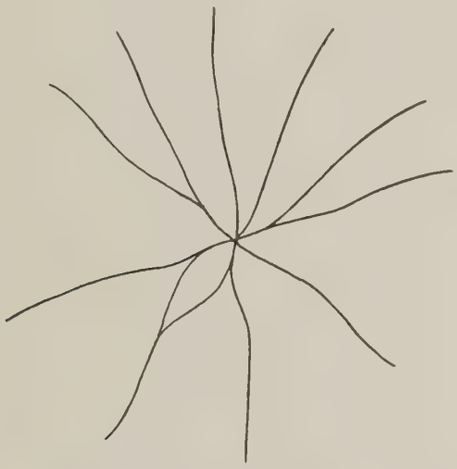


Fig. 7. Spitze eines Stockes von *P. Agassizi* mit den 10 Kanten und „Rillen", bei Aufsicht.

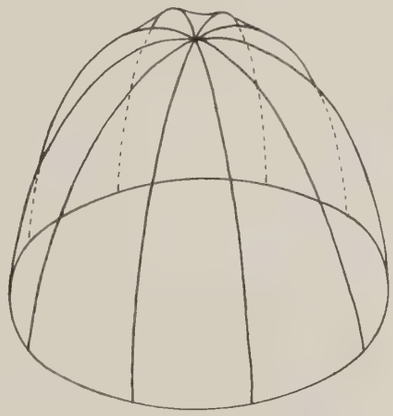


Fig. 8. Spitze eines Stockes von *P. Agassizi* mit den 10 Kanten und „Rillen", halbschematisch, bei seitlicher Ansicht.

an ein und derselben Oeffnung ab. Uebrigens entstehen diese Fortsätze am Diaphragma erst später; denn die jüngste, 2 1/2 cm lange Kolonie weist nur 4 kleine Dornen auf, die sich durch kein Merkmal von den vor den Ingestionsöffnungen stehenden Stacheln unterscheiden.

Schließlich besitzt auch die geschlossene Stockspitze noch eine Eigentümlichkeit. Von ihr laufen 10 meist gezähnelte Kanten und zwischen diesen 10 flache Mulden mehr oder weniger weit auf die Kolonie herab (Textfig. 7, 8; Taf. XLI, Fig. 5). Bei genauerem Zusehen ergiebt sich, daß in jenen Mulden zumeist die Ingestionsöffnungen der Ascidiozooide liegen. Auch diese Eigentümlichkeit des Mantels entsteht erst später; das 2 1/2 cm lange Stöckchen besitzt ein ganz stumpfes, ja plattes geschlossenes Ende. Ueber den Sinn dieser Eigentümlichkeit könnte die Vermutung ausgesprochen werden, daß vielleicht jene Firsten das Rollen der Kolonie um die eigene Längsachse vermindern könnten und gleichzeitig die Mulden das Atemwasser und mit ihm den Nahrungsstrom zu den Ingestionsöffnungen zu leiten hätten.

Wenn vermutet wird, daß die Mantelfortsätze der Pyrosomen Schutzeinrichtungen

sowohl der ganzen Kolonie, als auch jedes einzelnen Individuums darstellen, so könnte die Anordnung und Form der Manteldornen bei *P. Agassizi* diese Vermutung bestätigen. Es erscheint nicht nur der Stock als Ganzes mit Stacheln überschüttet (die vielleicht größere pelagische Angreifer abhalten), sondern auch die gemeinsame Cloacalöffnung und jede Ingestionsöffnung ist mit Stacheln bewehrt. Vielleicht werden doch kleinere pelagische Organismen abgehalten, in die gemeinsame Stockhöhle oder in den Kiemendarm einzudringen. Einen Nachteil müssen die Fortsätze bei der Fortbewegung insofern bedeuten, als sie den Widerstand vermehren, von Vorteil aber würden sie wieder bei der Erzielung größerer Schwebfähigkeit durch Oberflächenvermehrung sein.

Vielleicht ist es auch kein Zufall, daß bei den ventral vor der Mundöffnung stehenden dreikantigen Mantelfortsätzen die schneidende Kante bauchwärts, also der Stockspitze zugekehrt ist. Sie liegt somit in der Bewegungsrichtung der Kolonie. Hervorragende Schlundrohre, welche Widerstand schaffen würden, fehlen. Die Stöcke von *P. Agassizi* erreichen aber vermutlich ebenso eine außerordentliche Größe wie die von *P. spinosum*[1]). Es würden die Dornen also hinsichtlich der Widerstandsverhältnisse beim Schwimmen sehr zweckmäßig konstruiert sein, aber auch hinsichtlich der Schutzwirkung für die Mundöffnung des Ascidiozooids, da Organismen, welche bei der Vorwärtsbewegung der Kolonie die Fortsätze in entgegengesetzter Richtung etwa passieren, mit dem Wasserstrome über den rechten oder linken Rücken des Dornes herunter und an der Mundöffnung vorbeigleiten müßten.

Diaphragma. Die gemeinsame Cloake erscheint immer weit geöffnet und ist mit einem dünnen, aber relativ breiten Mantelsaume umgeben, der an das Velum einer craspedoten Meduse erinnern könnte. Einen ungewohnten Anblick gewährt das Diaphragma von *P. Agassizi* insofern, als ihm die zahllosen Mantelgefäße, welche dasselbe bei anderen Arten radiär durchsetzen, bis auf einige wenige fehlen. Das dürfte auch der Grund dafür sein, daß im konservierten Zustande die gemeinsame Cloacalöffnung bei *P. Agassizi* weit klafft, bei den übrigen Arten dagegen meist sehr stark verengt erscheint, da sich die Muskulatur der Mantelgefäße beim Eindringen der Konservierungsflüssigkeit sofort kontrahiert. In Bezug auf die Mantelgefäße unterscheidet sich *P. Agassizi* in mehrfacher Hinsicht von den übrigen Arten.

Mantelgefäße. Während bei allen anderen Arten (wahrscheinlich nur mit Ausnahme von *P. spinosum*) jedes Einzeltier ein, die 4 Primärascidiozooide dagegen je 2 Mantelgefäße ausbilden, besitzen die Ascidiozooide von *P. Agassizi* stets zwei Mantelgefäße. Sie entspringen ferner auch nicht an der Rückenseite zwischen Darmtraktus und Cloacalmuskel, sondern an den Seiten des Körpers, oberhalb der Mitte, nämlich am dorsalen Ende des Cloakenmuskels (Taf. XL, Fig. 24), der bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) mitten über dem Peribranchialraume liegt.

Auch in Bezug auf die Rückbildung der Mantelgefäße verhält sich *P. Agassizi* anders als die anderen Arten. Bekanntlich ziehen in den jungen, 1—1 1/2 cm langen Kolonien (von *P. giganteum, atlanticum, verticillatum, aherniosum* z. B.), die etwa aus 4—6 regelmäßig übereinander liegenden Etagen bestehen, die Mantelgefäße (je 2 von jedem der 4 Primärascidiozooide, von allen folgenden je eines) durch die ganze Länge des Mantels und erstrecken sich in das Diaphragma hinein. Bei weiterem Wachstum der Kolonie werden nun die ältesten und längsten

1) Die größte Kolonie aus dem Material des Fürsten von Monaco ist 111,5 cm lang.

Gefäße, also diejenigen der Primärascidiozooide und der Einzeltiere der darauf folgenden Etagen, rückgebildet, und zwar eben in dem Maße, wie am offenen basalen Ende neue Etagen entstehen. Es lassen sich also in 2 oder mehr Centimeter langen Stöcken zwar die Mantelgefäße der ältesten, an der geschlossenen Spitze gelegenen Ascidiozooide nicht mehr in den Mantel oder gar bis ins Diaphragma hinein verfolgen, aber die große Zahl der jüngeren, nach dem offenen Ende zu gelegenen Einzeltiere — es sind 100 und mehr — senden ihre Mantelgefäße in das Diaphragma hinein. (Genaueres vergl. darüber Bronn, III, Suppl. II, S. 42.)

In den größeren (6 und mehr Centimeter langen) Kolonien von *P. Agassizi* besitzen höchstens 10—12 unmittelbar am offenen Ende in 1—2 unregelmäßigen Reihen gelegenen Ascidiozooide je zwei Mantelgefäße, welche das Diaphragma erreichen. Einzelne dahinter (in einer dritten Reihe) liegende Ascidiozooide können noch kurze stummelförmige Reste von Mantelgefäßen tragen, die aber das Diaphragma nicht mehr erreichen, sondern geschlängelt im Mantel blind endigen. Somit werden offenbar die Mantelgefäße bei *P. Agassizi* ganz besonders frühzeitig rückgebildet. Andererseits scheinen sie aber auch relativ spät zu entstehen; denn in der jüngsten, 2½ cm langen Kolonie besitzt ein einziges am Diaphragma gelegenes Ascidiozooid 2 Mantelgefäße. Ob nun die übrigen Einzeltiere, welche mehr nach der geschlossenen Stockspitze zu liegen, überhaupt keine Mantelgefäße ausbilden, was an sich wenig wahrscheinlich ist, läßt sich zur Zeit gar nicht sagen. Die Vermutung, daß die wenigen mit 2 Mantelgefäßen ausgestatteten Ascidiozooide in der Kolonie vielleicht (nach Analogie mit den übrigen Stöcken) die 4 Primärascidiozooide seien, bestätigt sich nicht; denn die Zahl der gefäßführenden Tiere ist stets größer als 4.

Stockbildung. Ueber die Stockbildung bei *P. Agassizi* (und *spinosum*, vergl. Textfig. 5 u. 6, S. 304) wurde oben schon ausgeführt, daß sie anders geschieht, als bei den übrigen Arten, nämlich nicht durch freies aktives Wandern der Knospen, sondern einfach dadurch, daß die Knospen passiv in den Mantel hineingeschoben werden, in dem Maße, als dieser sich vergrößert. Denn eine Knospe bleibt ja mit dem nächstälteren ventralwärts liegenden Schwestertier meist so lange durch eine lange und dünne, aus Epidermis und Entodermrohr bestehende Verlängerung verbunden, bis sie selbst zu knospen beginnt, während der Zusammenhang mit dem nächstjüngeren dorsalen Schwestertier in vielen Fällen erst gelöst wird, wenn auch dieses Knospen abschnürt. Es wurde oben gleichfalls schon erörtert, daß demzufolge, falls auch die 4 ersten Ascidiozooide nichtwandernde Knospen abschnüren (woran kaum zu zweifeln sein wird), die Primärascidiozooide nicht an der geschlossenen Spitze der Kolonie, sondern am offenen Ende liegen müßten, von den nachfolgenden Tochtergenerationen dorthin gedrängt. In diesem Zusammenhange ist es sicher bemerkenswert, daß in einer Anzahl Kolonien — es sind 9 von 20 — an der Spitze nur ein einziges großes Ascidiozooid liegt, bei welchem eine höchst eigenartige Verlagerung einiger Organe stattgefunden hat (Taf. XLI, Fig. 5, vergl. unten S. 379).

Die Verteilung der Einzeltiere muß in den mir vorliegenden Kolonien von *P. Agassizi* im Vergleich zu anderen locker genannt werden.

Die Anordnung ist sehr unregelmäßig staffelförmig, von Ringen oder Etagen ist natürlich, wie es zufolge der besonderen Stockbildung nicht anders sein kann, nichts zu merken. Aeltere und jüngere Tiere liegen bunt durcheinander.

Größe und Form der Ascidiozooide. Was nun die Ascidiozooide selbst anlangt, so muß hinsichtlich der Größe und Form im voraus bemerkt werden, daß die diesbezüglichen Angaben, sowohl die von Ritter und Byxbee, als auch die folgenden, für nicht völlig erwachsene Tiere gelten. Die ältesten Tiere der vorhandenen Kolonien zeigen, wie das auch Ritter und Byxbee angeben, die größte Ausdehnung in dorso-ventraler Richtung, sie sind also, wie bei anderen Arten meist die jungen 4 Primärascidiozooide, höher als lang. Da nun sowohl die Rückenfläche als auch die Bauchseite sehr gewölbt sind und ein „Schlundrohr" eigentlich fehlt und endlich die Cloakenhöhle außerordentlich verkürzt erscheint, erhält der Körper bei seitlicher Betrachtung eine abgerundete, fast elliptische Form, welche stark an *Anchinia* erinnert. Der Dorsoventraldurchmesser beträgt bei den größten Tieren 4, der Längsdurchmesser von der Ingestions- zur Egestionsöffnung 3 mm; Ritter und Byxbee geben 3 und 2 mm an. Der senkrechte Abstand der beiden Körperseiten ist dagegen gering und beträgt nicht die Hälfte des dorso-ventralen Durchmessers, d. h., der Ascidiozooidenleib erscheint recht schmal, die Flanken des Körpers sind sehr platt.

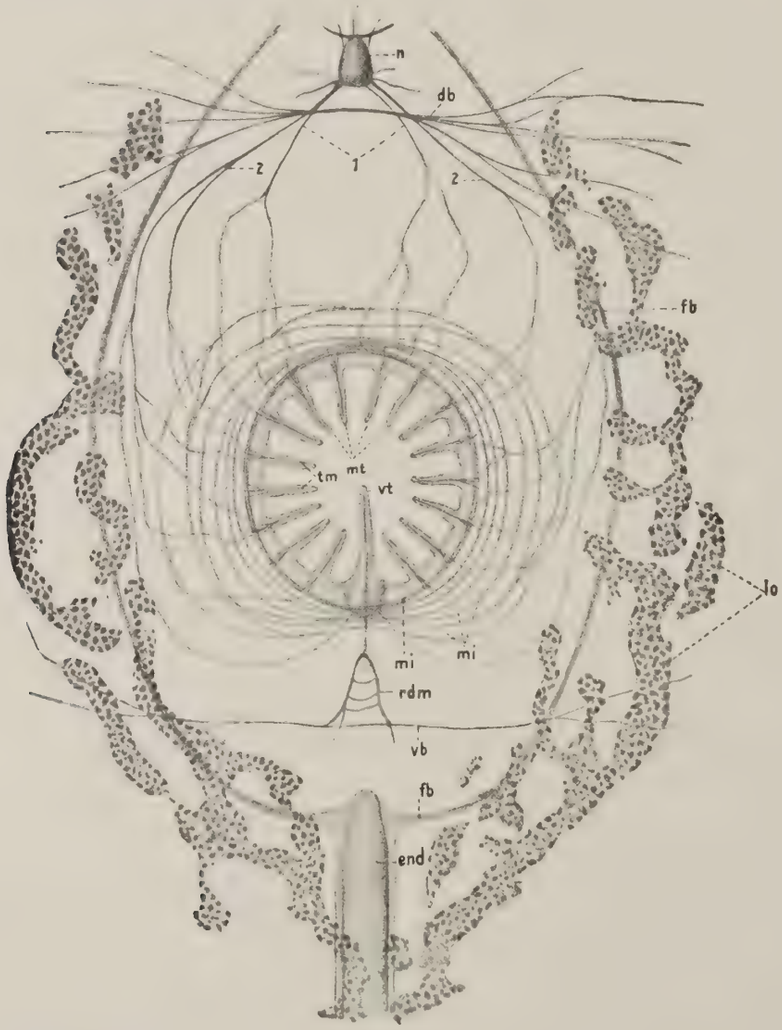


Fig. 9. Mundpartie von *P. Agassizi* mit eigenartiger Anordnung der Leuchtorgane.

Die Organe des Kiemenapparates. Die Ingestionsöffnung besitzt nicht nur den bei allen Arten vorkommenden Ventraltentakel, sondern erscheint mit einer nicht konstanten Anzahl kleinerer „Mundtentakeln" in ziemlich regelmäßiger Anordnung umstellt (Textfig. 9). Ritter und Byxbee geben 12 an, ich zählte in den älteren Tieren meist 16 bis 19. Sie sind nicht nur kürzer und dünner als der Ventraltentakel, sondern es fehlt ihnen auch die basale bläschenförmige Erweiterung. Dagegen strahlt in alle, auch in den Ventraltentakel, ein Bündel Muskelfäden ein (Textfig. 9), die sich fast bis zur Spitze fortsetzen und an der Basis mit aufgefaserter Wurzel an den Sphincter der Mundöffnung und an die zunächst gelegenen Ringmuskelzüge ansetzen oder auch frei in der Leibeshöhle des Schlundes endigen.

Der Endostyl der ältesten Tiere erscheint stark gekrümmt, namentlich im vorderen Teile. Er weist in Bezug auf seinen histologischen Bau auch Besonderheiten gegenüber dem der übrigen Arten auf (Taf. XLIII, Fig. 7). Der Flimmerbogen (das Peripharyngealband) steht weiterhin, wie Ritter und Byxbee bereits hervorhoben, in einem bemerkenswerten Gegensatz zu der gleichen Bildung sämtlicher anderer Arten (mit Ausnahme von *P. spinosum*). Die beiden Hälften desselben vereinigen sich nicht wie sonst an der Flimmergrube vor dem Ganglion unter Bildung eines „Flimmerfeldes", sondern verlaufen an der Flimmergrube vorüber dorsal nach hinten, um etwa im ersten Drittel zwischen Ganglion und Oesophagus in spitzem Winkel aneinander zu stoßen. An der Vereinigungsstelle entspringt der erste Rückenzapfen. Es dürfte immerhin bemerkt werden, daß unter den Ascidien durch Sluiter Formen (*Ascidia sabulosa*, vgl. Bronn, III, Suppl., S. 338 Anmerkung) bekannt geworden sind, welche ein ähnliches Verhalten auszeichnet.

Rückenzapfen zählte ich meist 6, auch 7, Ritter und Byxbee geben auch 6 an.

Die Kieme zeigt bei seitlicher Betrachtung elliptischen Umriß. Die Zahl der Kiemenspalten beträgt bei den ältesten Ascidiozooiden 30—38 (Ritter und Byxbee 20—26). — Längsgefäße sind dann meist 16 vorhanden, wie auch Ritter und Byxbee angeben.

Was die Stellung der Kiemenspalten betrifft, so stehen sie infolge der starken Krümmung des Endostyls eigentlich nur auf dem vorderen oder mittleren Teile desselben senkrecht (vgl. *P. spinosum*); diese Eigentümlichkeit ist jedoch, wie die Entwickelung zeigt, eben lediglich eine Folge der später einsetzenden Krümmung des Endostyls (vgl. Taf. XXXIII u. Textfig. 6). Die Stelle, von welcher aus die Kiemenspalten proximal vermehrt werden, liegt indessen nicht wie sonst etwa hinter der Ingestionsöffnung, sondern noch oberhalb des Ganglions. Die distale Vermehrungsstelle liegt natürlich diametral gegenüber, nämlich am Ende des Endostyls.

Der Verdauungstraktus hat sein besonderes Charakteristikum in dem langen Enddarm (im weiteren Sinne), der außerdem, im Gegensatz zu den übrigen Arten, nach Austritt aus dem fast kugeligen Magen nicht nach unten steigt, sondern zuerst fast wagerecht nach links hinüber zieht und dann aufsteigt (vgl. Taf. XLI, Fig. 3 u. Taf. XLIII, Fig. 4). Der kurze Oesophagus ist rückwärts bis tief in den Magen mit karminroten Pigmenten ausgestattet. Eine Pigmentzellengruppe findet sich auch an der linken Seite des Magengrundes, dem Enddarm gegenüber.

Die Cloake von *P. Agassizi* ist außerordentlich kurz und weit geöffnet (Taf. XLI, Fig. 6, 8). Sie wird in dieser doppelten Hinsicht vielleicht nur noch von der von *P. verticillatum* übertroffen. Die Form der Cloakenöffnung ist etwa verkehrt herz-förmig. Eine Besonderheit, die nur noch *P. spinosum* aufweist, stellt der schon von Ritter und Byxbee citierte mediodorsale zipfelförmige Anhang der Cloake dar. Wenn aber die Autoren meinen, daß derselbe nur vom Mantel gebildet sei, so ist das ein Irrtum. Die Entstehungsgeschichte des Gebildes zeigt deutlich, daß es sich um einen zunächst zapfenförmigen Auswuchs beider Körperwände, der äußeren und inneren, handelt, daß also der Zipfel einen Teil der primären Leibeshöhle einschließt. Liegt doch sogar zum Teil die bandförmige Verbreiterung des Muskels der Cloakenöffnung in seiner Basis.

Das Muskelsystem von *P. Agassizi* bietet zusammen mit dem peripheren Nervensystem am meisten Besonderheiten.

Erstlich erscheint der Sphincter der Ingestionsöffnung mit einem Schwarm

zirkulärer Muskelfäden umgeben (Textfig. 9), die dorsal und ventral sich nähern und zum Teil miteinander und mit dem Mundsphincter selbst verwachsen sind. An den Seiten dagegen erscheinen sie weiter gegeneinander abstehend und anastomosieren zuweilen untereinander. Ich zählte bei *P. Agassizi* bis zu 6 solcher feiner Muskelfäden. Auffällig erscheint, daß bei sehr alten Tieren die Zahl der Muskelfäden verringert ist. Wie es dazu kommt, vermag ich freilich nicht sicher anzugeben. Verschiedene Anzeichen aber sprechen dafür, daß eine teilweise Auflösung von Muskelfäden stattfindet. Ritter und Byxbee erwähnen von diesen zirkulären Muskelfäden nichts, zeichnen sie (Pl. I, Fig. 7; Pl. II, Fig. 5) auch nicht ein. (Aus Fig. 2, der wenig detaillierten Darstellung eines Ascidiozooids, ist darüber auch nichts zu entnehmen.) Sie geben nur an, daß der „Atrialsphincter" (Sphincter der Ingestionsöffnung) unter dem Ventraltentakel besonders stark und zwar 3mal so breit als anderswo sei. Die erwachsenen Ascidiozooide meiner Stöcke zeigen alle eine geringere oder größere Anzahl solcher Fäden (wie bei *P. spinosum*) aufs deutlichste.

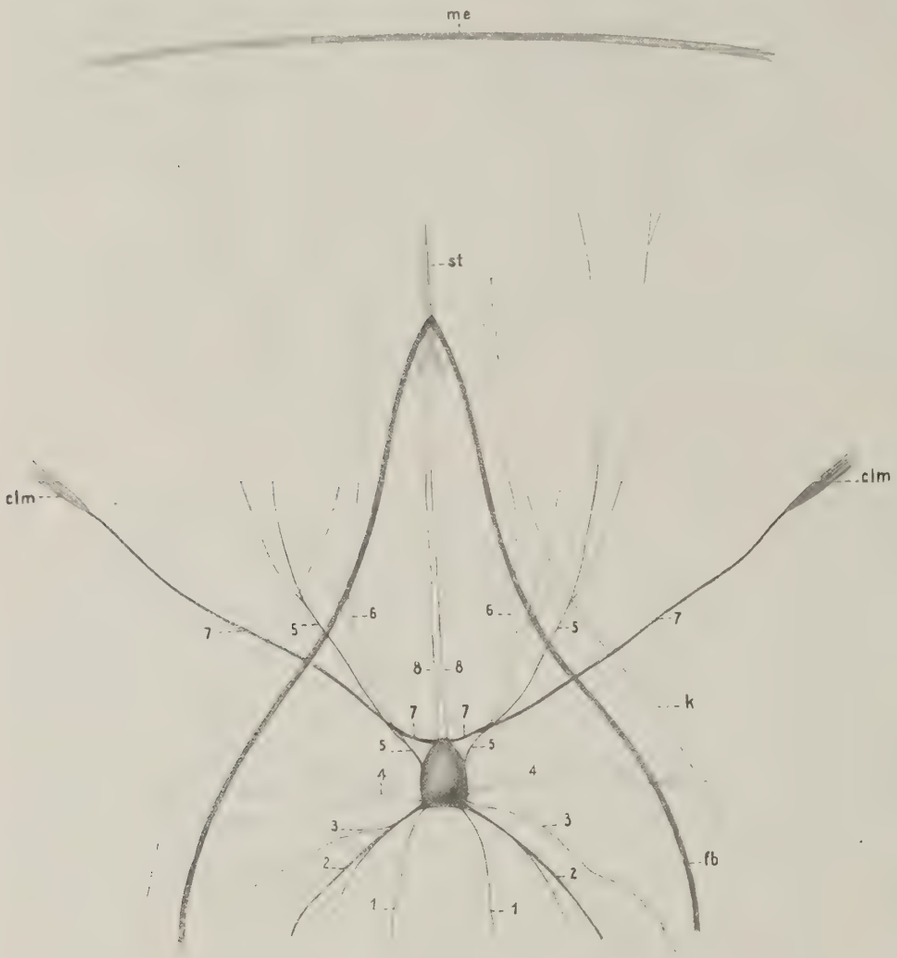


Fig. 10. Nervenverlauf bei *P. Agassizi*.

Bekanntlich besitzen alle anderen Arten (mit Ausnahme von *P. spinosum*) hinter dem Mundsphincter am Schlundrohr 2—3 „Zirkulärmuskelfäden" (vgl. Taf. XLIII, Fig. 1 u. Textfig. 11). Bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) sind außer den genannten mit dem Mundsphincter verwachsenen Zirkulärmuskeln keine weiteren Muskelfäden am Schlundrohr zu beobachten. Man möchte geneigt sein, jene mit den 2—3 Zirkulärmuskeln der übrigen Arten zu homologisieren. Der Unterschied besteht ja nur darin, daß bei *P. Agassizi* (und noch mehr bei *P. spinosum*) die Anzahl größer ist als bei den anderen Arten — das würde dem im allgemeinen stärker entwickelten Muskelsystem bei beiden Arten entsprechen — und daß sie mit dem Mundsphincter und untereinander dorsal und ventral verwachsen sind. Und doch ist diese Auffassung nicht richtig, wie gleich gezeigt werden soll.

Dem Sphincter der Mundöffnung und den zunächst gelegenen Muskelfäden entspringen mit aufgefaserter Wurzel zumeist auch die schon oben erwähnten Muskelfäden der Mundtentakeln, welche bis in die Spitze derselben sich unverzweigt fortsetzen (Textfig. 9 *tm*).

Das Muskelbündel des großen Ventraltentakels ist natürlich besonders kräftig entwickelt und steht mit den Fasern eines Radiärmuskelbündels unter dem Ventraltentakel in Verbindung, welches auch bei den übrigen Arten bekanntlich an dieser Stelle liegt (Textfig. 9 *rdm*

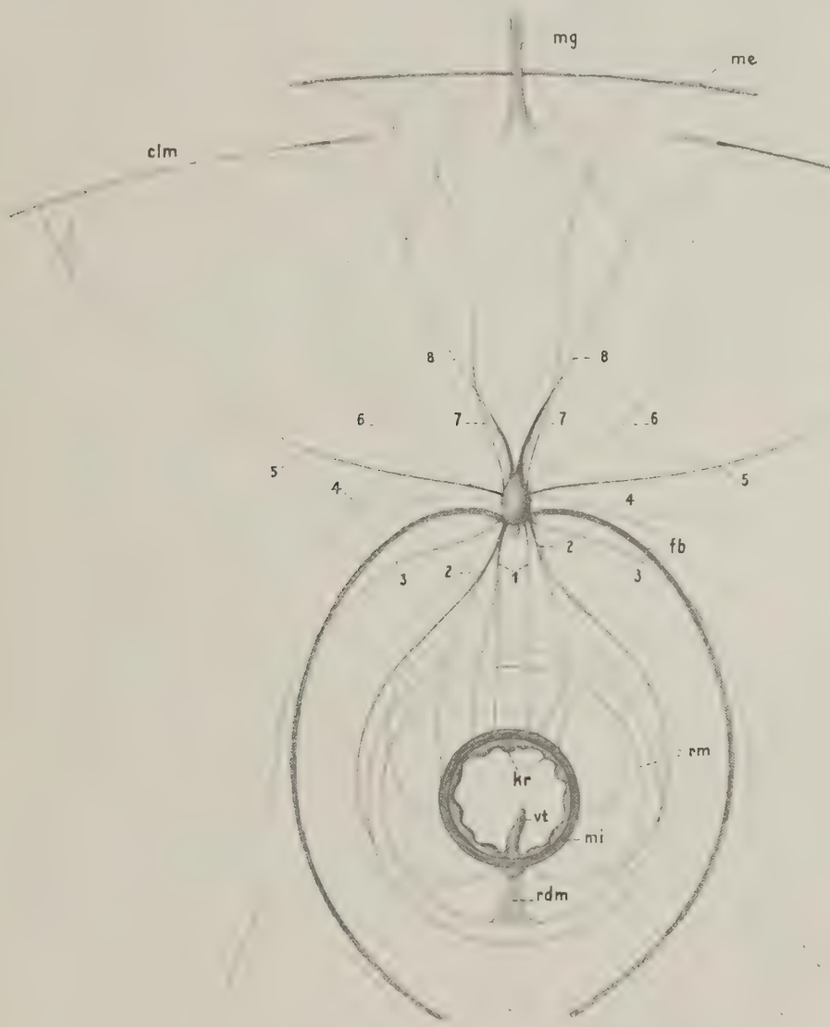


Fig. 11. Nervenverlauf bei *P. verticillatum.*

und Textfig. 11). Zahl und Anordnung der Muskelfäden dieses Radiärbündels sind auch bei *P. Agassizi* (wie bei den anderen Arten) nicht konstant (vgl. Genaueres darüber Bronn, III, Supplt. II, S. 92), immer aber stehen die Fasern desselben dorsal mit denen des Mundsphincters und des Ventraltentakels, bauchwärts zum Teil mit dem „ventralen" Muskelsystem in Verbindung.

Durch dieses dorso- und ventrolaterale Muskelsystem sind von den zurzeit bekannten Pyrosomenarten nur *P. Agassizi* und in extravaganter Weise *P. spinosum* ausgezeichnet. Es zerfällt in zwei Bündel von Muskelzügen (Textfig. 9 *db, vb*), von denen das eine, schwächere

in der Mitte zwischen Ingestionsöffnung und Endostyl, das andere, stärker entwickelte zwischen Ingestionsöffnung und Ganglion, nahe vor dem letzteren gelegen ist. Beide Bündel bestehen aus senkrecht zur Medianebene verlaufenden Muskelfasern, die, auf einer großen mittleren Strecke miteinander verbunden, an ihren beiden Enden divergierend auf die Flanke des Körpers oft unter dichotomer Verästelung ausstrahlen. Was die Zahl der freien Aeste zu beiden Seiten anlangt, so finden wir bei *P. Agassizi* in der ventralen Gruppe etwa nur 2, welche sich weiter nicht mehr verästeln, in der dorsalen etwa 3—5 (bei *P. spinosum* aber ventral gegen 4, dorsal 8—10 Aeste, welche vielfach korrespondieren). Bei *P. Agassizi* erreichen die Aeste beider Bündel nur den vorderen Bereich der Körperseiten, bei *P. spinosum* dagegen erscheint das ganze vordere Drittel des Rumpfes mit den Fasern beider Gruppen wirr bedeckt.

Ist nun dieses Muskelsystem bei *P. Agassizi* und *spinosum* ein völliges Novum in der Pyrosomenfamilie, oder finden wir bei den übrigen Arten Analoga?

Zur Beantwortung dieser Frage erscheint die Lagebeziehung des ventralen, zwischen Endostyl und Ingestionsöffnung gelegenen Muskelbündels zu dem vorhin erwähnten Radiärbündel bedeutungsvoll (Textfig. 9). Bei allen anderen Arten steht jenes Radiärbündel mit dem zunächst gelegenen Zirkulärfaden in Verbindung (vgl. Textfig. 11 *rdm* und *rm*), hier bei *P. Agassizi* (und bei *P. spinosum*) mit dem ventralen Muskelbündel. Wir dürften darum kaum fehlgehen, wenn wir darnach das gesamte dorso- und ventrolaterale Muskelsystem von *P. Agassizi* (und *spinosum*) als homolog und analog dem Zirkulärmuskelsystem der übrigen Arten betrachten. Dann hätten wir uns nur vorzustellen, daß bei beiden Arten die Zirkulärmuskeln, ventral unter der Mundöffnung und dorsal unter dem Ganglion, miteinander verwachsen, lateral dagegen zum Teil aufgelöst seien, genau so, wie wir es bei den Fasern des Mundsphincters beobachteten. Bei den sicher noch nicht erwachsenen Ascidiozooiden von *P. Agassizi* (von denen hier die Rede ist) erreichen die Fasern des dorsalen und ventralen Teils sich nicht, und eben deshalb erscheint das System in zwei Teilen. Bei den alten Tieren von *P. spinosum* aber stehen, wie noch genauer besprochen werden soll, Fasern des dorsalen und ventralen Teils miteinander in Verbindung (Taf. XLII, Fig. 1).

Wenn die Fasern des „lateralen" Muskelsystems bei beiden Arten bis auf die Flanken des Körpers reichen, während bei den übrigen Arten die homologen Zirkulärfäden das Schlundrohr umspannen, so erklärt sich diese Lageveränderung aus der besonderen Kürze, eigentlich dem Fehlen des Schlundrohres bei *P. Agassizi* und *spinosum* und sodann aus der Auflösung der Fasern bei gleichzeitiger mächtiger Entwickelung des Systems.

Wir werden demgemäß die den Sphincter der Mundöffnung umschwärmenden Zirkulärfasern nicht mit den 2—3 Zirkulärfäden der übrigen Arten identifizieren dürfen, sondern sie einfach als Auffaserungen des Mundsphincters zu betrachten haben, wie denn überhaupt bei *P. Agassizi* und *spinosum* eine Tendenz zur Auflösung der Muskelfäden vorliegt[1]).

Was die Funktion des lateralen Muskelsystems anlangt, so dürfte dasselbe ebenfalls, wie die homologen Zirkulärfäden der übrigen Arten, dazu bestimmt sein, das einströmende

1) Wenn Ritter und Byxbee mit den Worten: „There are the usual muscles (?) in the prebranchial region, and besides there is a strong sphincter just above the ganglion", die eben besprochenen interessanten Verhältnisse abthun, so dürfte das eine recht kurze Besprechung meines Erachtens keineswegs „gewöhnlicher" Verhältnisse sein.

Atemwasser in den Kiemenkorb und mit den Cloakenmuskeln zusammen weiter in die Cloake zu befördern.

Wenn schon diese Eigentümlichkeiten in der Ausbildung des Muskelsystems den beiden Arten eine Sonderstellung zuweisen, so gilt dies in noch höherem Maße hinsichtlich des Cloacalmuskels.

Beide Arten tragen mitten über den Peribranchialräumen (bezw. über dem Kiemenkorbe) einen langen starken Hohlmuskel, den stärksten der gesamten Muskulatur, der in dieser Lage auf den ersten Blick verwundern muß, denn keine andere Art zeigt dasselbe. Das genauere Studium ergiebt aber ohne Zweifel, daß es sich hierbei um den auf die vorderen Körperseiten verlagerten Cloakenmuskel handelt; denn einmal fehlt der Cloakenmuskel dort, wo man ihn suchen würde, nämlich zu beiden Seiten der Cloake selbst; sodann setzt er sich an seinen beiden Enden in die sogenannten Mantelfaserzüge fort, und endlich entspringen, wie schon gesagt wurde, die Mantelgefäße an seinem dorsalen Ende. Ritter und Byxbee haben merkwürdigerweise diesen Muskel offenbar übersehen, wenigstens heißt es nur (S. 202): „Muscles of the prebranchial zone well developed, especially one immediately above the peripharyngeal band.“ Natürlich war kein Cloakenmuskel zu finden: „The mid-atrial muscle is absent (?). At least a prolonged search has failed to reveal it“, und sie erklären sich das vermeintliche Fehlen desselben mit der besonderen Kürze der Cloake.

Schließlich hat auch der Sphincter der Egestionsöffnung bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) seine besondere Eigentümlichkeit. Während dieser Muskel bei allen übrigen Arten einen geschlossenen Ring-Hohlmuskel darstellt, ist er bei beiden Arten ventral offen und verjüngt, nimmt dorsal an Dicke zu (Taf. XLI, Fig. 6) und erscheint dorsomedian bandförmig verbreitert.

Schließlich muß noch mit ein paar Worten des „kolonialen“ Muskelsystems gedacht werden. Dazu rechnete ich (Bronn, III, Suppl. II) die Muskulatur der Mantelgefäße und die sogenannten Mantelfaserzüge. Da bei allen Pyrosomen die innere Wand der Mantelgefäße stets mit einer wohlentwickelten Längsmuskulatur versehen ist, so stellen diese selbst funktionell eigentlich echte Hohlmuskeln dar. Die sogenannten Mantelfaserstränge bestehen bekanntlich aus spindel- und fadenförmigen Mantelzellen und stellen dadurch, daß sie an den Enden der Cloakenmuskeln jedes Ascidiozooids ansetzen, auch die einzige Verbindung unter den Einzeltieren eines Stockes her, fassen also gewissermaßen die Einzelmuskelsysteme zu einem „kolonialen“ zusammen.

Nun ist aber der Zusammenhang der Mantelfaserstränge mit dem Cloakenmuskel bei allen Arten kein direkter und unmittelbarer; denn die Faserzüge im Mantel sind natürlich von den Enden des Cloakenmuskels, da dieser ja in der Leibeshöhle liegt, durch das einschichtige, an dieser Stelle zudem noch beträchtlich verdickte ektodermale Hautepithel getrennt. Es können die Mantelfaserzüge deshalb jedenfalls nicht als direkte Fortsetzungen des Cloakenmuskels bezeichnet werden, wenn sie auch an den beiden Enden desselben angreifen und (durch das Hautepithel hindurch) in der Richtung der Cloakenmuskeln wirken. Die Muskulatur des Mantelgefäßes hat dagegen bei den übrigen Arten gar keinen Zusammenhang mit dem Cloacalmuskel oder den Mantelfaserzügen; denn das Mantelgefäß entspringt ja meist ein Stück proximal vor dem Cloakenmuskel, an dessen Enden eben die Mantelfaserzüge ansetzen (vergl. Taf. XLIII, Fig. 1 u. 2).

Bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) aber entspringen die beiden Mantelgefäße unmittelbar am Dorsalende des über dem Peribranchialraume gelegenen Cloakenmuskels. Eine genauere Untersuchung dieser Stelle fördert nun die interessante Thatsache zu Tage (Taf. XL, Fig. 24), daß die Fibrillen des Cloakenmuskels direkt, ohne daß eine trennende Wand dazwischentritt, in das Mantelgefäß (das ja eben nichts weiter als ein röhrenförmiger Auswuchs des ektodermalen Hautepithels ist) hineinziehen und somit bis ins Diaphragma gelangen. Bei diesen beiden Formen besteht also ein direkter und unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Muskulatur des Einzeltieres und der Kolonie als Ganzem, nicht bloß eine indirekte und durch das Ektodermepithel hindurch wirkende Verbindung mittels der Mantelfaserzüge, wie sie bei allen anderen Arten vorliegt und diesen beiden Formen außerdem noch eigen ist. Dazu kommt, daß ein mächtiger Nerv (7) gerade dort mit den Muskelfibrillen des Cloacalmuskels sich verbindet, wo diese in das Mantelgefäß einstrahlen.

Nervensystem. Die Verlagerung des Cloakenmuskels auf die Seiten des Körpers und die damit im Zusammenhange stehende, eben gekennzeichnete Besonderheit hinsichtlich der Mantelgefäße bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) bedingen eine Reihe interessanter Veränderungen im Bereiche des peripheren Nervensystems. Die Zahl der peripheren Nervenpaare beträgt bei *P. Agassizi* 8, wie bei allen übrigen. Das 1., 2., 3., 4. und 6. Nervenpaar haben im allgemeinen denselben Verlauf und dieselben Funktionen, daher wohl auch die gleiche Qualität wie bei den übrigen Arten (vgl. Textfig. 9, 10 mit 11).

Die beiden vorderen versorgen den Mundsphincter mit seinen Zirkulärfäden und die Muskulatur der Mundtentakeln. Entsprechend der ansehnlich entwickelten Muskulatur dieser Präbranchialzone bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) erweist sich auch insbesondere das 2. Nervenpaar als besonders reich verästelt. Beide Nervenpaare dürften daher vorwiegend motorische Qualität besitzen. Das 3., 4. und 6. Nervenpaar (Textfig. 10) senden ihre Aestchen zu den proximalen und dorsalen Teilen der Kieme und innervieren mehrfach den Flimmerbogen. Ob von den Fasern des 3. Paares auch die Leuchtorgane innerviert werden, konnte ich nicht entscheiden. Weil bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) der Flimmerbogen weit dorsal nach hinten zieht, versorgen die Fasern des 6. Paares auch diesen außer der Kieme, während bei den übrigen Arten die Fasern dieses Nervenpaares specifische Kiemennerven genannt werden dürfen.

Die hauptsächlichsten Veränderungen beziehen sich auf das 5., 7. und 8. Nervenpaar und stehen im Zusammenhange mit der veränderten Lage des Cloakenmuskels bei diesen Formen. Der Cloakenmuskel wird bei den übrigen Arten (Textfig. 11) an seinem dorsalen und ventralen Ende innerviert, und zwar dorsal von Fasern des 8. und ventral von solchen des 5. Nervenpaares. Bei *P. Agassizi* und *spinosum* findet nun überhaupt nur eine Innervierung am dorsalen Ende statt, und zwar durch das mächtig entwickelte und völlig unverzweigte 7. Nervenpaar, welches bei diesen beiden Formen unverhältnismäßig stärker entwickelt ist als alle anderen Nervenstränge und auch als das 7. Nervenpaar bei den übrigen Arten, wo es ausschließlich die Innervierung des Sphincters der Egestionsöffnung besorgt.

Nun entspringt bei den am Diaphragma liegenden Ascidiozooiden von *P. Agassizi*, wie oben ausgeführt wurde, an dieser Stelle je ein Mantelgefäß, dessen kräftig entwickelte Muskulatur dann ebenfalls von den rechtwinklig auftreffenden Fasern dieses 7. Nervens versorgt wird (Taf. XL, Fig. 24). Der 5. Nerv dagegen, gleichfalls mächtig entwickelt, kreuzt den 7. in un-

mittelbarer Nähe des Ganglions und zieht in zwei starken Aesten, die sich weiterhin noch 1—2mal gabeln, zum Sphincter der Cloacalöffnung, welcher bei den übrigen Arten eben nur von den Fasern des 7. Nervenpaares versorgt wird. Das 8. Nervenpaar endlich verläuft in jüngeren Ascidiozooiden in zwei äußerst feinen parallelen Fasern in der Mittellinie unverzweigt bis zu der Stelle, wo das verlängerte Stolorohr, mit welchem das Ascidiozooid und sein Muttertier in Verbindung stehen (vgl. Textfig. 6, S. 304), in die dorsale Körperwand einmündet. (Bei den übrigen Arten versorgen die inneren Fasern des 8. Nervenpaares die Muskulatur des Mantelgefäßes, die äußere den Cloakenmuskel.) Da in alten Einzeltieren aber dies Verbindungsstück durchgeschnürt wird, verlieren diese beiden Nerven offenbar ihre Aufgabe, und sie scheinen deshalb rückgebildet zu werden; denn es gelingt in alten Ascidiozooiden auch mit stärkeren Vergrößerungen nur, die beiden Nerven eine kurze Strecke über das Ganglion hinaus zu verfolgen.

Somit ergeben sich beim Vergleich des Nervenverlaufs bei *P. Agassizi* (und *spinosum*) einerseits und den übrigen Arten andererseits folgende bemerkenswerte Unterschiede: Es vertritt bei *P. Agassizi* und *spinosum* der 5. Nerv (Innervierung des Sphincters der Egestionsöffnung) den 7. bei allen übrigen Formen. Dem 7. Nerven dagegen ist bei beiden Arten die Aufgabe zugefallen (Innervierung des Cloakenmuskels, der Mantelfaserzüge und Mantelgefäße), die der 5. (Cloakenmuskel ventral) und 8. (Cloakenmuskel dorsal, Mantelfaserzüge und Mantelgefäß) bei den übrigen Arten gemeinsam erfüllen. Der Ventralteil des Cloakenmuskels wird bei *P. Agassizi* und *spinosum* überhaupt nicht versorgt. Endlich erhält der 8. Nerv bei den beiden Formen eine spezielle Aufgabe: die Innervierung der larvalen Stoloverlängerung. Diese letztere fällt bei allen anderen Arten weg, da sie bereits auf sehr frühen Stadien, wenn das junge Ascidiozooid als „Wanderknospe" frei wird, sich durchschnürt. Die Thatsache aber, daß bei den übrigen Arten ebenfalls der eine Zweig des 8. Nervenpaares in die Wurzel des Mantelgefäßes einstrahlt, beweist, daß das Mantelgefäß der Sekundärascidiozooide an der Stelle entspringt, wo das Einzeltier als Knospe durch das Verbindungsrohr des Stolos mit seinem Muttertier zusammenhing, was übrigens auch beim Vergleich der entsprechenden Stelle (an der hinteren Dorsalseite) einer Knospe mit einem erwachsenen Ascidiozooid einleuchtet. Jedenfalls mündet das Stolorohr am Körper von *P. Agassizi* (und *spinosum*) an derselben Stelle ein, wo bei den übrigen Arten das Mantelgefäß austritt. Zu dieser Stelle zieht hier wie dort der 8. Nerv.

Was die Histologie der Nerven anlangt, so besteht bei *P. Agassizi* nur das 8. Nervenpaar, wie bei allen anderen Arten, und das mächtige 7. aus spindelförmigen Ganglienzellen. Die beiden Zweige des 8. Nervenpaares stellen zwei äußerst feine Fädchen aus einzellig hintereinander gereihten winzigen Nervenzellen dar, die den beiden Fasern ein knotiges Aussehen verleihen. Sie sind ja aus den beiden dorsal gerichteten Nervenröhren des primären Nervenrohres, den Seitennerven Salenskys, hervorgegangen. Die Zellen werden also echte Ganglienzellen sein.

Der starke und völlig unverzweigte 7. Nerv beider Formen ist vornehmlich am Ende reich mit Zellen ausgestattet. Besonders dicht scharen sich hier runde, birn- und spindelförmige Zellen bei den Ascidiozooiden, deren Mantelgefäße rückgebildet sind (Taf. XL, Fig. 23). Pferdeschweifähnlich aufgefasert tritt der 7. Nerv in den Cloakenmuskel ein und ist an dieser Stelle auffällig reich mit Zellen versehen. Wo dagegen die Muskulatur des persistierenden Mantelgefäßes mitversorgt wird, sehen wir die völlig auseinandergetretenen und mit dreieckig

verbreiterten Enden ausgestatteten Nervenfasern sehr vereinzelt mit stab- oder spindelförmigen Kernen versehen (Taf. XL, Fig. 24). Es erweckt den Anschein, als ob bei der Veränderung, welche die Nervenfasern während der Rückbildung der Muskulatur der Mantelgefäße erfahren, eine Vermehrung der zelligen Elemente in den Nerven stattfände.

Schließlich müssen noch die Nervenendigungen dieses mächtigen 7. Nervenstranges am Dorsalende des Cloakenmuskels besprochen werden. Bei den Ascidiozooiden, wo die Mantelgefäße völlig rückgebildet sind (Taf. XL, Fig. 23), verbinden sich die Fibrillen des fein aufgefaserten Nerven schlechthin mit den in gleicher Richtung ziehenden Muskelfasern des Cloakenmuskels, der an dieser Stelle ebenfalls aufgelöst ist. Komplizierter gestaltet sich hier die Endigungsweise nur bei denjenigen Ascidiozooiden von *P. Agassizi*, welche noch mit Mantelgefäßen ausgestattet sind. Die Nervenfasern treten senkrecht zur Längsrichtung des Muskels und Mantelgefäßes an die Muskelfibrillen mit dreieckig-plattenförmigen Verbreiterungen, und zwar so, daß je eine Nervenfaser sich mit einer Muskelfaser verbindet (Taf. XL, Fig. 24). Die dreieckigen Endorgane sind aus einem wenig färbbaren, grobgranulierten Plasma aufgebaut, in welchem nur vereinzelt ein Kern zu beobachten ist. Bekanntlich sind auch bei anderen Tunicaten (Appendicularien, *Doliolum*) ähnliche Verbreiterungen der nervösen Substanz bei Muskelnerven nachgewiesen worden. Bemerkenswert erscheint, daß nur die noch mit Mantelgefäßen ausgestatteten Ascidiozooide diese Endigungsweise besitzen, während sie den Einzeltieren fehlt, welche ihre Mantelgefäße samt deren Längsmuskulatur rückgebildet haben. Wir dürfen vielleicht daraus schließen, daß jene komplizierte Verbindungsweise zwischen Nerven- und Muskelfibrille auch eine innigere und darum wirksamere ist. Ferner erhellt aus dem geschilderten Verhalten, daß mit der Rückbildung der Muskulatur der Mantelgefäße auch eine solche der dreieckigen nervösen Endorgane Hand in Hand geht. Gleichzeitig ändert sich auch der Verlauf der Nerven- und Muskelfasern zu einander. Sicher ist es kein Zufall, daß mit der Rückbildung der Mantelgefäße und ihrer Muskulatur bei älteren Tieren auch die dreieckigplattenförmigen Verbreiterungen der Nervenenden des 7. Nerven rückgebildet werden und daß ferner die am Dorsalende des Cloakenmuskels ansetzenden Mantelfaserzüge nur bei den Ascidiozooiden entwickelt sind, welche ihre Mantelgefäße samt deren Muskulatur rückgebildet haben. Das scheint meines Erachtens doch einmal darauf hinzudeuten, daß der Muskulatur der Mantelgefäße eine wichtige Funktion zukommen muß — denn warum die Rückbildung der nervösen Endorgane, da doch der Cloacalmuskel nach wie vor vom 7. Nerven innerviert wird? — und andererseits scheint mir daraus hervorzugehen, daß nach der Rückbildung der Mantelgefäßmuskulatur die Faserstränge deren Aufgabe allein übernehmen.

Das Ganglion bietet außer einigen äußeren Formunterschieden keine Besonderheiten. Es erscheint länger und schmäler als bei den anderen Arten; die Flimmergrube ist länger, meist etwas gekrümmt und steht fast senkrecht ab, während sie bei anderen Arten, z. B. bei *P. verticillatum*, mit der Unterseite des Ganglions in ganzer Länge verwachsen ist.

Die Mesodermelemente. Die Leuchtorgane liegen, zumeist in der bekannten elliptischen Form, zu beiden Seiten der Ingestionsöffnung nahe über dem vorderen Endostylende (Taf. XLI, Fig. 8). Vereinzelt beobachtet man, und zwar dann bei sämtlichen Tieren einer Kolonie, eine Abweichung von der normalen rundlichen Form (Textfig. 9). Die Leuchtzellen ziehen sich dann in mehreren, unter sich verbundenen, wurmähnlichen Schnüren

dorsoventral zu beiden Seiten der Mundöffnung hin. Bisher übersehen worden sind zwei kleinere Zellgruppen rechts und links vom Darmtraktus, unmittelbar am Cloakenrande (Taf. XLI, Fig. 6). Die Struktur der Zellen stimmt mit denen der Leuchtorgane so überein, daß wir kaum in der Annahme fehlgehen dürften, es handle sich hier ebenfalls um zwei Leuchtorgane. Auch bei *P. spinosum* finden sich zwei solche entsprechend gelagerte Zellgruppen, während sie sämtlichen anderen Arten fehlen.

Eine weitere Eigentümlichkeit von *P. Agassizi* (und *spinosum*) liegt darin, daß das sogenannte blutbildende Organ nicht im dorsalen Blutsinus, sondern um den Darmtraktus herum gelegen ist.

Geschlechtsorgane sind auch bei den ältesten Ascidiozooiden der mir zur Verfügung stehenden Stöcke in keinem einzigen Falle vorhanden. Der entwickelungsgeschichtliche Teil hat gezeigt, daß die Zellen des Geschlechtsstranges, aus denen die Geschlechtsorgane ja hervorgehen, nirgends auch nur Eikerne, wie sie bei anderen Arten stets zu beobachten sind, erkennen lassen[1]). Es liegt somit eine Verzögerung in der Ausbildung der Geschlechtszellen vor, die bisher bei keiner anderen Pyrosomenart beobachtet worden ist.

Zum Schluß sei noch einmal auf die eigentümlichen Lageveränderungen und Rückbildungen aufmerksam gemacht, welche einige Organe in demjenigen Ascidiozooid erleiden, das als einziges in die geschlossene Spitze der Kolonie getreten ist (Taf. XLI, Fig. 5). Da ist es vor allem die Cloacalöffnung, welche von der hinteren Seite auf die dorsale gerückt ist, um am Ende des gemeinsamen Cloacalraumes münden zu können. Die Oeffnung ist genau kreisförmig und im Vergleich zur normalen Cloakenöffnung recht eng; der zipfelförmige Anhang ist geschwunden. Die Hinterseite des Ascidiozooids ist natürlich in ihrer ganzen Ausdehnung geschlossen. Auch der Darmtraktus ist nach oben gerückt, der Enddarm erscheint stark verlängert. Die bisher übersehenen kleinen Leuchtorgane zu beiden Seiten des Darmtraktus sind dagegen nicht mit nach der Rückenseite gewandert, sondern liegen noch unmittelbar über dem Stolo, der stets rückgebildet erscheint. Die normalerweise neben der Mundöffnung gelegenen Leuchtorgane erscheinen nicht nur vermehrt — es sind im ganzen acht rundliche Zellgruppen von annähernd gleicher Größe — sondern auch stark nach der Bauchseite verschoben, so daß sie zu beiden Seiten des Endostyls, also direkt an der Stockspitze, gelegen sind. Der starke Cloakenmuskel über dem Peribranchialraume ist geschwunden.

Diagnose: Länge des Stockes bis 110 cm[2]), dünn, schlaff, kegelförmig. Körper elliptisch, höher als lang. Höhe 4 mm, Länge 3 mm. Endostyl, besonders im vorderen Teile, stark gekrümmt. Kiemenspaltenfeld elliptisch, Kiemenspalten 30—33, schräg stehend, Längsgefäße meist 16, Dorsaltentakeln meist 6. Mundtentakeln (außer dem Ventraltentakel) 16—19, bis 6 Muskelfäden um den Mundsphincter. Ventralmuskelbündel 2, Dorsalmuskelbündel 3—5 Aeste; beide Gruppen nicht in Verbindung tretend. Cloakenmuskel lang, dünn.

1) Ich war, wie mir inzwischen das Studium der Entwickelung des Stolo prolifer gezeigt hat, im Irrtum, wenn ich im Bronn (S. 119) die Annahme machte, daß die Geschlechtsorgane bei *P. Agassizi* aus den freien Mesodermzellen um den Verdauungstraktus hervorgehen könnten.

2) Vgl. Anmerkung S. 368.

Cloake sehr kurz und weit (verkehrt herzförmig) geöffnet. Geschlechtsorgane unbekannt.

P. spinosum Herdman.

Hierzu Taf. XLII, Fig. 1—3.

P. excelsior Perrier (?), 1886, S. 229.
P. spinosum Herdman, 1888, S. 29ff., Pl. II, Fig. 9—15.
P. indicum Bonnier und Perez, 1902, S. 1239.
P. spinosum Herdman, Farran, 1906, S. 15ff.
P. spinosum Herdman, Farran, 1909, S. 220ff., Pl. VI, VIII.

P. spinosum wurde zuerst vom „Challenger" in 2 riesigen Exemplaren, deren eines 4′ 2″, also rund 1,30 m maß, im Atlantik erbeutet und von Herdman (1888) beschrieben. Auf der „Talisman"-Expedition geriet eine noch größere Pyrosomenkolonie von 2 m Länge und 20 cm Breite in die Netze, die von Perrier (1886), also vor Herdman, als *P. excelsior* beschrieben wurde[1]), aber wohl identisch mit *P. spinosum* Herdman sein dürfte.

Im Jahre 1901 beobachteten Bonnier und Perez (1902) im Indischen Ocean unter der arabischen Küste einen Schwarm riesiger Pyrosomenkolonien, von denen sie die größten auf 4 m Länge schätzten. Sie beschrieben diese Art als *P. indicum*. Nach der Beschreibung, welche die Autoren dieser Art widmen, zweifle ich jedoch nicht, daß es sich dabei um *P. spinosum* Herdman handelt (siehe unten). Endlich wurde von Farran (1906) eine junge, 1,5 cm lange Kolonie aus der Irischen See für *P. spinosum* gehalten; und 1909 beschrieb derselbe Forscher zwei annähernd gleich große Exemplare, von denen das eine bei 85 cm Länge 19 cm im Umfang maß, die aus dem Nordatlantik vom Cap St. Mary (Azoren) stammten.

Auf der Deutschen Tiefsee-Expedition wurden keine vollständigen und unverletzten Stöcke von *P. spinosum*, sondern nur Bruchstücke erbeutet, und zwar geriet auf Station 257 ein gewaltiger Haufen von großen Fetzen einer, wie sich noch zeigen wird, sehr alten Kolonie in das Netz. Auf den Stationen 256 und 265 wurden kleinere, verletzte Kolonien von 24 bezw. 15 cm Länge gefischt.

P. spinosum dürfte, wie aus den vorstehenden Angaben hervorgeht, unter den bis jetzt bekannten Pyrosomenarten die größten Stöcke bilden.

Ueber die Form der Kolonie giebt nur die von Farran (1909) reproduzierte Photographie der 85 cm langen Kolonie Aufschluß, denn auch vom „Challenger" wurden nur Bruchstücke erbeutet und Bonnier und Perez geben über die Stockform nichts an. Wir sehen hier einen schlanken, ganz allmählich sich verschmälernden und kegelförmig zugespitzten Stock, dessen Form an die langen dünnen Kolonien von *P. Agassizi* erinnert.

Ein Diaphragma besaßen die Stöcke nach Bonnier und Perez und Farran nicht; die unregelmäßige Oeffnung der Stockhöhle nahm die ganze Breite der Kolonie ein (Farran) und wies keine Stacheln (wie etwa bei *P. Agassizi*) auf. Die mittlere Wanddicke der Kolonie wird von Herdman mit 1—1,2 cm, von Farran mit 6 mm angegeben. Die Länge der ältesten Tiere (also auch die Wandstärke) derjenigen Kolonie, von denen die „Valdivia" nur Bruchstücke erbeutete, beträgt 18 mm. Wenn der Mantel übereinstimmend (von Herdman, Farran) als weich,

1) Die Diagnose sagt nur: „Sur le manchon de cristal les viscères écarlates de chaque Ascidie semblaient autant de rubis enchâssés."

leicht zerreißbar bezeichnet wird, so kann ich diese Angaben bestätigen. Der Mantel der Stöcke, die in Alkohol, Sublimat und FLEMMING'scher Flüssigkeit konserviert waren, zeigte übereinstimmend diese Eigenschaften, und ich konnte, was mir bei keiner anderen Art gelungen ist, Knospen, junge und alte Tiere mit leichter Mühe aus dem Mantel herausziehen, wenn etwa eine Seite desselben mit der Nadel aufgeschlitzt war.

In Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit des Mantels gleicht *P. spinosum* durchaus *P. Agassizi*, und beide Arten unterscheiden sich hierin von allen anderen; die dreikantigen, ventral und lateral gekielten, scharfspitzigen und etwas überhängenden Mantelfortsätze stehen stets ventral vor der Ingestionsöffnung, ihre Spitzen gegen die offene Stockbasis richtend (vergl. das bei *P. Agassizi* Gesagte, oben S. 366 ff.).

Was die Anordnung der Ascidiozooide bei den mir zur Verfügung stehenden Exemplaren anlangt, so müssen wir zwischen den großen Bruchstücken von Station 257 und den kleineren Kolonien von Station 256 und 265 unterscheiden. Bei den ersteren Stücken liegen die großen Ascidiozooide sehr dicht, in einer frappierend regelmäßig staffelförmigen Anordnung, und dabei natürlich so, daß ihre Ventralseiten alle nach einer Richtung zeigen. Dasselbe konstatierte schon HERDMAN bei den großen Bruchstücken vom „Challenger". Die Ascidiozooide sind alle erwachsen und gleich groß; ich konnte zwischen ihnen auch nicht eine einzige Knospe oder ein jüngeres Einzeltier auffinden. Die Knospung war also jedenfalls bereits zum Stillstand gekommen, ein Beweis für das hohe Stockalter, und die Tiere waren ausschließlich noch geschlechtlich tätig, wofür die geradezu riesenhaften Eier sprechen, mit denen sie ausgestattet erscheinen. Bei vielen dieser Ascidiozooide mit solchen in Furchung begriffenen Rieseneiern ist der Hoden zerfallen, was für die schon oben gemachte Annahme der männlichen Vorreife dieser Art spricht.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in den beiden kleineren Stöcken. Hier sind die Ascidiozooide locker verteilt, und zwar Knospen, junge und alte Einzeltiere bunt durcheinander. Alle älteren Ascidiozooide tragen mehr oder weniger zahlreiche Knospen an länger oder kürzer ausgezogenen Stoloröhren (vgl. Textfig. 5); weder Hoden noch Eier sind reif. Während also die Ascidiozooide der alten Stöcke in der Periode der geschlechtlichen Tätigkeit standen, lagen die Individuen der jüngeren noch ausschließlich dem Knospungsgeschäfte ob (vergl. oben S. 308 ff.).

Ueber die Organisation der Ascidiozooide von *P. spinosum* wurden die ausführlichsten Angaben neuerdings von FARRAN gemacht. Meine bei der Bearbeitung der Pyrosomen für BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreiches bereits vor dem Erscheinen seiner Darstellung gemachten, allerdings zerstreuten Angaben (über die Stockbildung, das Muskel- und Nervensystem und anderes) scheinen dem Forscher unbekannt geblieben oder erst nach Abschluß seiner Arbeit in die Hände gelangt zu sein.

Was die Beschreibung des *P. indicum* von BONNIER und PEREZ anlangt, so ist dieselbe zwar ausführlich, aber so allgemein gehalten, daß aus ihr jedenfalls keineswegs zu erfahren ist, worin das Charakteristische und Unterscheidende von *P. indicum* gelegen ist. Vielmehr passen alle Angaben, wie sich noch zeigen wird, ohne Ausnahme so genau auf *P. spinosum*, daß, falls die Autoren nicht eine noch detaillierte Beschreibung und besonders eine Zeichnung geben, vorläufig nichts anderes als die Annahme übrig bleibt, es handele sich um *P. spinosum*.

Leider enthält auch die Beschreibung, welche FARRAN (1906) dem kleinen, 1,5 cm langen

Stöckchen widmet, keine einzige Angabe, aus der mit Sicherheit hervorginge, daß diese junge Kolonie wirklich *P. spinosum* zugehört. Es passen vielmehr viele Merkmale (die Zahl der Kiemenspalten [24], der Rückenzapfen [7], die vier großen Mantelfortsätze an der gemeinsamen Cloacalöffnung, die Anordnung der Ascidiozooide in [16] vertikalen Reihen, „between each row is a thin vertical ridge with a fine crenulated edge rising in places into a low crest") ebenso auf *P. Agassizi,* welches dem Autor zu dieser Zeit offenbar noch nicht bekannt sein konnte. Die zuletzt genannten Manteleigentümlichkeiten sind jedenfalls bis jetzt nur bei *P. Agassizi* konstatiert worden, aber selbstverständlich könnten sie ja bei der großen Verwandtschaft beider Arten auch an den jugendlichen Kolonien von *P. spinosum* auftreten. Jedenfalls bleibt die Artzugehörigkeit dieser Kolonie meines Erachtens vorläufig unsicher.

Die Angaben der Autoren über die Größe der Ascidiozooide werden natürlich nicht übereinstimmen können. Sie mußten vielmehr verschieden ausfallen, je nachdem jüngere oder ältere Tiere vorlagen; deshalb wird man diesen Zahlen auch nur untergeordnetere Bedeutung beilegen dürfen. HERDMAN nennt die Ascidiozooide „large conspicuous" und giebt ihre Länge mit 1—1,2 cm an, BONNIER und PEREZ maßen 3 mm in der Breite und ungefähr 7 mm in der Länge, FARRAN giebt die Wandstärke der Kolonie (= der Länge des Einzeltieres) mit 6 mm an. Die größten Tiere der Bruchstücke, welches die „Valdivia" erbeutete, besitzen die stattliche Länge von 18 mm, wobei allerdings auf den Rumpf (Kiemendarm) nur 11, auf die Cloake aber allein 7 mm entfallen (Taf. XLII, Fig. 1).

Was die Form des Ascidiozooidenleibes anlangt, so nennen sie BONNIER und PEREZ regelmäßig elliptisch; damit deckt sich auch die Gestalt des von FARRAN (1909, Pl. VII, Fig. 1) gezeichneten Individuums. In beiden Fällen handelt es sich offenbar um jüngere Tiere. Die in meiner Zeichnung (Taf. XLII, Fig. 1) eines alten Individuums zum Ausdruck kommende Gestalt weisen sämtliche Ascidiozooide der großen Bruchstücke auf, und es geht beim Vergleich mit den von FARRAN gezeichneten Individuen hervor, daß im Alter eine gewaltige Längsstreckung des gesamten Körpers, ganz besonders aber der Cloake, erfolgt, die allein $^2/_5$ des übrigen langausgezogenen Rumpfes beträgt.

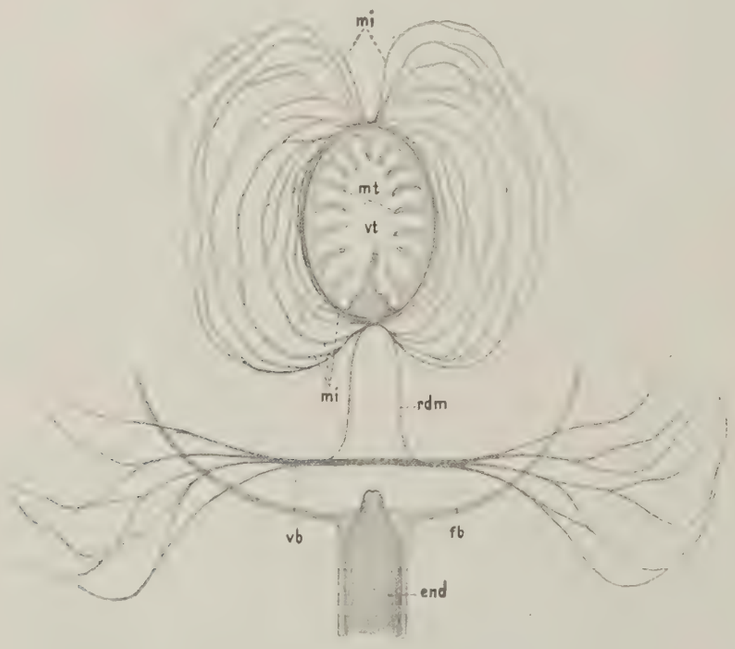


Fig. 12. Mundpartie von *P. spinosum.*

Die Organe des Kiemenapparates. Die kreisförmige, relativ weite Ingestionsöffnung ist wie bei *P. Agassizi* von einer nicht ganz konstanten Anzahl Mundtentakeln (außer dem längeren und dickeren Ventraltentakel) ziemlich regelmäßig umstellt (Textfig. 12). Ich zählte zumeist 15 Mundten-

takeln (außer dem Ventraltentakel); das würde mit der Angabe FARRAN's, „about sixteen in number", übereinstimmen. Wenn HERDMAN von den Mundtentakeln nichts erwähnt, so dürften sie vielleicht nicht erhalten gewesen sein.

Der lange Endostyl erscheint geradegestreckt, stabförmig, nur in seinem vordersten Abschnitt ist er scharf gegen den übrigen Teil nach aufwärts gebogen. Die Präbranchialzone des Kiemendarmes ist wieder recht kurz, ein Schlundrohr fehlt eigentlich, trotz der gewaltigen Längsstreckung des Körpers.

Der Flimmerbogen weist jene schon bei *P. Agassizi* hervorgehobene Besonderheit auf. Seine beiden Teile münden nicht an der Flimmergrube unter dem Ganglion, sondern verlaufen ebenfalls zu beiden Seiten des Nervenknotens weit nach hinten, um sich etwa im ersten Drittel zwischen Ganglion und Oesophagus im spitzen Winkel an der Stelle zu vereinigen, wo der erste Rückenzapfen entspringt.

Rückenzapfen zählte ich 22 (HERDMAN 10, BONNIER und PEREZ 7, FARRAN 12).

Die Kieme hat eine harfenförmige Gestalt. Die Zahl der Kiemenspalten beträgt bei meinen Individuen 50 (HERDMAN ungefähr 50, FARRAN 40), die der Längsgefäße oder Längsfalten etwa 42—46 (HERDMAN 30, FARRAN 30). Nicht von HERDMAN, wohl aber von BONNIER und PEREZ und von FARRAN wird die ungewöhnliche Lage der Kiemenspalten und Längsbalken hervorgehoben, und ich selbst suchte bereits in BRONN, III, Supplt. II, S. 67 diese Besonderheit aus der ontogenetischen Entwickelung zu erklären. Bekanntlich verlaufen bei allen Formen die Kiemenspalten in dorsoventraler Richtung. Nur bei *P. Agassizi* erscheinen sie schräg gestellt, bei *P. spinosum* verlaufen sie parallel zur Längsachse des Körpers, ziehen also in der Richtung der beiden Körperöffnungen, die „Längsfalten" stehen natürlich (schräg) dorsoventral, von vorn-oben nach hinten-unten. Diese abweichende Lage hat, wie die ontogenetische Entwickelung zeigt (Textfig. 5), ihren Grund in dem später einsetzenden enormen Längenwachstum in der Richtung der Körperöffnungen, wodurch die ursprünglich wie bei allen Formen dorso-ventral angelegten Perforationen gleichsam „umgelegt" werden. Auch in der ontogenetischen Entwickelung von *P. Agassizi* findet sich ein solches Stadium (vgl. Textfig. 6 *V*) mit median verlaufenden Falten. Durch späteres Wachstum in dorsoventraler Richtung werden die Spalten jedoch wieder aufgerichtet.

Es scheint also, als ob das Gesetz, daß die Kiemenspalten stets senkrecht auf dem Endostyl stehen, hier im entwickelten Ascidiozooid keine Geltung hätte. Thatsächlich verlaufen auch die Kiemenspalten im späteren Alter nur zu dem vordersten, stark gekrümmten Teile des Endostyls rechtwinklig.

Der Verdauungstraktus erscheint in seiner Lage und Stellung zum Tierkörper von der eben besprochenen Besonderheit in der Lage der Kiemenspalten natürlich beeinflußt. Er liegt zunächst nicht, wie sonst stets, an der Hinterseite, sondern eigentlich an der Ventralseite des Körpers, und die U-förmige Darmschleife steht nicht senkrecht auf der Medianlinie des Körpers, sondern liegt in derselben. Da aber eben bei den erwachsenen Tieren auch die Kiemenspalten in der Mediane verlaufen, herrscht auch hier zwischen Darmtraktus und Kiemenspalten dieselbe Lagebeziehung wie bei den übrigen Arten: nämlich die Darmschleife parallel den Kiemenspalten. In der ontogenetischen Entwickelung werden Stadien durchschritten, wo der Darmtraktus (wie die Kiemenspalten) die bei den übrigen Arten herrschende Stellung zeigt.

Nur das später einsetzende enorme Längenwachstum in der Richtung der Mediane bringt es mit sich, daß zugleich mit den Kiemenspalten auch der Darmtraktus „umgelegt" wird. Die Größe des Darmtraktus entspricht der des Gesamtkörpers. Der Oesophagus ist besonders kurz und plump; der Enddarm wie bei *P. Agassizi* länger als bei den anderen Arten.

BONNIER und PEREZ berichten, daß die Ascidiozooide schön und lebhaft rot gefärbt waren. FARRAN nennt als Ursache, daß der Oesophagus hellrot, Magen und Darm grünlichbraun gefärbt waren. An Bord der „Valdivia" wurden von den auf Station 257 mit dem Trawl heraufkommenden Stöcken von *P. spinosum* nach dem Leben Farbenskizzen angefertigt. Nach diesen war nicht nur der ganze Darmtraktus lebhaft „dunkelfeuerrot", sondern auch die Kiemen waren „blaßrot" gefärbt. Leider sind weder bei den in Flemming noch bei den in Sublimat und Alkohol konservierten Stöcken die Pigmente erhalten.

Die Cloacalhöhle der alten Tiere ist enorm lang schlotförmig ausgezogen und macht zwei Fünftel der ganzen Körperlänge aus. In dieser Hinsicht wird *P. spinosum* von keiner anderen Pyrosomenart übertroffen. Im hinteren Teile, der ventralen schlitzförmigen Oeffnung gegenüber, erscheint das Cloacalrohr mediodorsal gekielt, im Querschnitt also dreieckig (Taf. XLII, Fig. 3). Wenn FARRAN berichtet, daß der Cloacalraum in jungen Individuen sogar ein Drittel der ganzen Länge ausmache, so dürfte hierin eine auch bei den übrigen Arten zu beobachtende Erscheinung liegen. In alten Stöcken wachsen die jungen, eben fixierten Ascidiozooide immer rasch auf die Länge der Wandstärke der Kolonie heran, und zwar dadurch, daß Schlundrohr und besonders Cloake sich lang ausziehen, worauf an den Enden beider Organe der Cellulosemantel sich trichterförmig einsenkt und durchbricht. Durch diese Längsstreckung treten vorübergehend Körperumrisse an den jungen Individuen auf, die der Art ganz fremd sind (vgl. BRONN, III, Supplt. II). Bei den erwachsenen Ascidiozooiden fand FARRAN die Cloake „small".

Die Cloacalöffnung bedarf besonderer Erwähnung. Zunächst ist ihr hinterstes Ende ebenfalls wie bei *P. Agassizi* mit einem dreieckig-zipfelförmigen dorsalen Anhang ausgezeichnet (Taf. XLII, Fig. 1, 3), der wieder eine Fortsetzung beider Körperwandungen darstellt, also einen Teil der primären Leibeshöhle einschließt und nicht etwa nur aus Mantelgallerte besteht. Von den Autoren, welche *P. spinosum* untersuchten, ist er bisher übersehen worden. Das Bemerkenswerteste an der Cloacalöffnung von *P. spinosum* aber dürfte sein, daß sie nicht nur den hintersten Teil, sondern auch ein Stück der Ventralseite des Cloacalrohres einnimmt. Mit anderen Worten, die Cloacalöffnung ist schlitzförmig, oder vielleicht besser noch birnförmig (pearshaped, FARRAN), wobei die „birnförmige" Erweiterung den Endteil, der schlitzförmige Teil die Ventralseite des Cloacalrohres einnimmt. Beide Teile stehen aber nahezu senkrecht aufeinander, d. h. die gesamte Cloakenöffnung erscheint rechtwinklig geknickt. Ich gestehe, daß es mir einige Mühe machte, am erwachsenen Tiere über diese ungewohnten Verhältnisse Klarheit zu bekommen. Das nachfolgende Studium der Entwickelung der Cloakenöffnung hätte das Verständnis wesentlich erleichtert. Die Cloacalöffnung entsteht nämlich wie bei den übrigen Arten dadurch, daß innerhalb des Cloacalsphincters die beiden Körperwände miteinander verwachsen und dann durchbrechen. Während aber bei allen anderen Arten diese Oeffnung kreisförmig innerhalb des geschlossenen Ringmuskels verbleibt, schreitet bei *P. spinosum* auf den weiteren Stadien die Durchbrechung entlang des proximalwärts offenen Muskels fort und wird schlitz-birnförmig. Während der Bildung bleiben mehrfach noch Hautbrücken zwischen beiden Rändern vorüber-

gehend bestehen. Der gesamte schlitzförmige Durchbruch liegt dabei noch in einer Ebene; erst später wird, offenbar durch stärkeres Wachstum der Ventralwand der Cloake, der Schlitz geknickt.

Merkwürdig ist nun der Umstand, daß der ventral gelegene schlitzförmige Teil der Cloakenöffnung dadurch unwirksam wird, eigentlich in Wegfall kommt, daß der Cellulosemantel ihn verschließt. Thatsächlich tritt nur der etwa senkrecht auf dem Cloacalrohr stehende und mit dem zipfelförmigen Auswuchs versehene rundliche Endteil der Cloacalöffnung als wirkliche „Oeffnung“ aus dem Mantel heraus.

Auch bei *P. spinosum* ist wie bei *P. Agassizi* das Muskelsystem dasjenige Organsystem, welches am abweichendsten, aber auch am imponierendsten in die Erscheinung tritt. Alles, was bei *P. Agassizi* in dieser Beziehung verwirklicht ist, erscheint hier ins Extrem getrieben.

Der Mundsphincter erweist sich nach außen zu zum Teil in eine Anzahl (etwa bis 9) Muskelfäden aufgefasert (Textfigur 12). Sie scheinen gewissermaßen dorsal und ventral aus dem Sphincter zu entspringen. Während aber dorsal die Fäden alle unmittelbar aus dem Ringmuskel entspringen, zweigen ventral meist die äußersten aus einem gemeinsamen Aste ab und nur 2—3 innere gehen direkt ab. Die Aestchen anastomosieren seitlich mehrfach miteinander, die äußersten Fasern endigen meist frei. Um auch die Muskelfasern der Mundtentakeln auffinden zu können, dürfte der Erhaltungszustand meines Materiales nicht ausgereicht haben.

Ventral steht dieses Sphinctermuskelsystem wieder durch einige Radiärfäden mit dem ventralen Bündel des „lateralen“ Muskelsystems in Verbindung. Die horizontale Lage dieses Bündels ist die gleiche wie bei *P. Agassizi*, nur dicker erscheint es und aus 4 Aesten zusammengesetzt, von denen der dorsale der stärkste ist. Sie greifen, dichotom verästelt und miteinander anastomosierend, auf die Flanken des Körpers über.

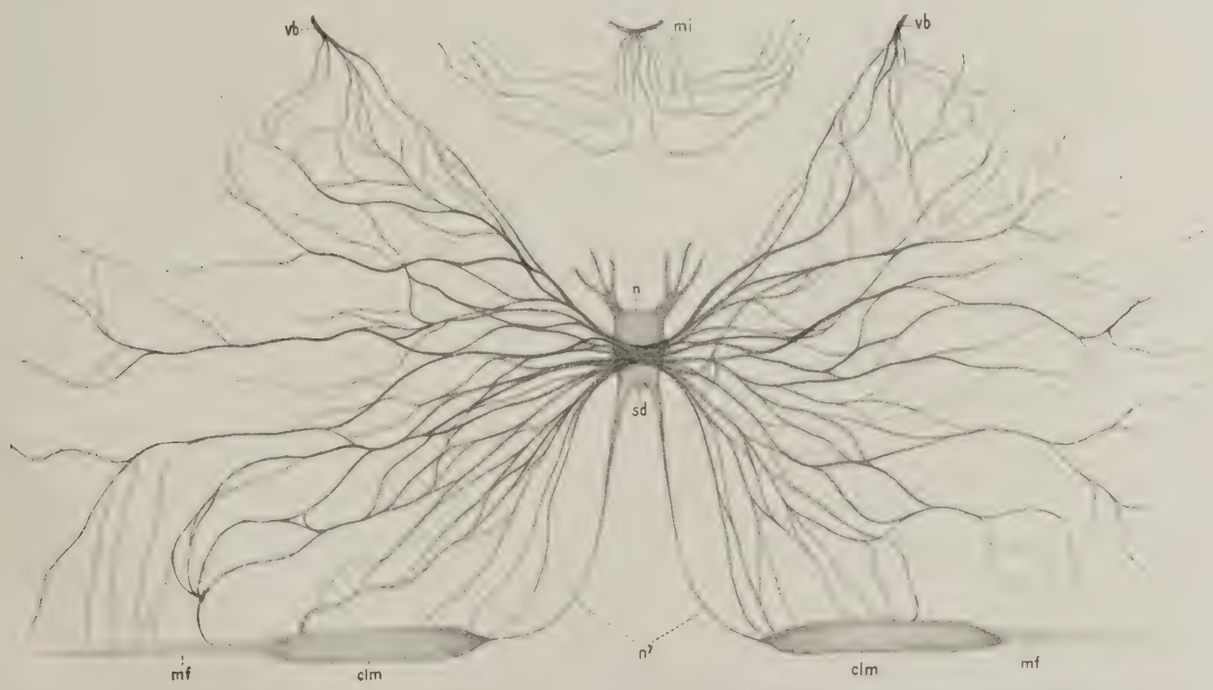


Fig. 13. Dorsalmuskelbündel eines alten Ascidiozooids von *P. spinosum* (flächenförmig ausgebreitet, von der Dorsalseite betrachtet).

Das dorsale Bündel weist entschieden die imponierendste Ausbildung auf (vergl. Textfig. 13 und Taf. XLII, Fig. 1). Da handelt es sich um ein außerordentlich starkes, unmittelbar vor dem Ganglion liegendes und median verwachsenes Faserbündel, aus dem bis zu 12 einzelne starke Zweige herauswachsen, welche, vielfach sich verzweigend und wieder miteinander verbindend, auf die Flanken des Körpers (ja bis auf die Bauchseite, an den Endostyl heran) ausstrahlen, so daß das ganze vordere Drittel des Rumpfes mit Fasern wirr bedeckt wird. Nun stehen auch einerseits die Fasern der ventralen Gruppe mit denen der dorsalen vielfach in Verbindung, und zahlreiche Aeste der dorsalen Gruppe treten andererseits an den Cloakenmuskel heran. Da nun aber das ventrale Muskelbündel auch mit dem radiären verbunden ist, so steht also bei *P. spinosum* der gesamte Muskelapparat des Vorderkörpers, Mundsphincter, Dorsoventrolateralsystem und Cloakenmuskel im Zusammenhang. Was die Funktion des lateralen Muskelsystems anlangt, so dürfte, wie schon bemerkt, dasselbe zweifellos bei dem Ausstoß des Atemwassers in die Cloake beteiligt sein und damit den Cloakenmuskel in seiner Wirkung unterstützen. Jedenfalls hängt die Ausbildung dieses extravaganten Muskelapparates bei *P. spinosum* wohl mit der enormen Größe der Tierstöcke (bis 4 m) zusammen.

Der Cloakenmuskel liegt als kurzer, spindelförmiger Hohlmuskel von gewaltiger Dicke im ersten Drittel des Kiemenkorbes über dem Peribranchialraume. Er ist zusammen mit dem lateralen Muskelsystem von keinem der Forscher übersehen worden, aber nur FARRAN spricht ihn mit Recht für den Cloakenmuskel an, während, wenn ich recht verstehe, BONNIER und PEREZ nur konstatieren, daß der Cloakenmuskel fehlt und ein breites Muskelband auf dem Peribranchialraume liege.

Der Sphincter der Cloacalöffnung ist ebenfalls wie bei *P. Agassizi* nicht ringförmig geschlossen, sondern ventral offen. Er liegt dem hintersten Ende der Cloake als ein mächtiges, halbmondförmig verbreitertes Muskelband auf, das sich proximal lang und dünn bis an den Anfang der Cloacalöffnung auszieht[1]). Der Verlauf der Fasern der halbmondförmigen Verbreiterung ist aus der Zeichnung Fig. 3, Taf. XLII ersichtlich.

Das Nervensystem zeigt genau dieselben interessanten Eigentümlichkeiten, die bei *P. Agassizi* ausführlich erörtert wurden. BONNIER und PEREZ zitieren nur den mächtigen (7.) Nervenast, der den Cloakenmuskel innerviert, während FARRAN nur diesen und den 5., zum Muskel der Cloakenöffnung ziehenden Nerven erwähnt. Wie es sich mit jenen Nervenendigungen des 7. Nervenpaares am Cloacalmuskel bei den mit Mantelgefäßen ausgestatteten Ascidiozooiden von *P. spinosum* verhält, vermag ich freilich nicht zu sagen, da ich nirgends mehr in den Bruchstücken Mantelgefäße beobachtet habe.

Die elliptischen Leuchtorgane zu beiden Seiten der Mundöffnung bieten nichts Besonderes. Wieder liegt aber wie bei *P. Agassizi* zu beiden Seiten der Cloacalöffnung, dort, wo der ventrale Schlitz sein Ende erreicht, je eine Gruppe durchaus gleicher Zellen, die auch FARRAN bei seinen Ascidiozooiden beobachtete. Er hält sie ebenfalls für Leuchtorgane, wie ich es für dieselben Bildungen bei *P. Agassizi* schon aussprach. Es dürfte daran auch kaum zu zweifeln sein.

1) BONNIER und PEREZ (1902, S. 1239) kennzeichnen den Muskel der Egestionsöffnung mit folgenden treffenden Worten: „L'orifice du siphon cloacal est muni d'une large bande musculaire en forme de croissant, dont la plus grande largeur correspond à la ligne médio-dorsale, et dont les cornes s'atténuent vers le côté ventral, donnant à l'orifice cloacal une forme assez compliquée."

Das blutbildende Organ liegt bei *P. spinosum* ebenfalls nicht im dorsalen Blutsinus, sondern um den Darmtraktus herum.

Die Geschlechtsorgane von *P. spinosum* sind von allen Autoren beobachtet worden, die Angaben hierüber aber recht spärlich. HERDMAN stellte „certainly over twenty" Hodenläppchen fest, BONNIER und PEREZ konstatierten nur, daß die Geschlechtsorgane unmittelbar bei der Darmschlinge liegen und keine Hervorbuchtung der Körperwand bedingen. FARRAN konnte nur in einzelnen Zooiden ein Ovar mit einem Ei beobachten, den Hoden dagegen nicht auffinden.

P. spinosum unterscheidet sich in Bezug auf die relative Lage und die Ausbildung der Geschlechtsorgane von allen anderen bisher bekannten Pyrosomenarten.

Die Geschlechtsorgane liegen bei den übrigen Arten bekanntlich ventral und etwas nach hinten vom Verdauungstraktus, das Ovar stets rechts vom Hoden. Bei *P. spinosum* ist dagegen der Hoden dicht hinein zwischen Magen und Enddarmschleife getreten, das Ovar aber ein ganzes Stück hinter den Darmtraktus, in die Nähe des Afters, gerückt (Taf. XLII, Fig. 1, 2).

Damit hängen wohl wieder die Abweichungen in der Ausbildung zusammen. Weil Hoden und Ovar weit voneinander abstehen, die Ausführgänge beider Organe aber immer sehr nahe bei einander liegen, erscheint der Samenleiter über die Ventralseite des Darmtraktus hinweg außerordentlich lang ausgezogen. Die Form des Hodens kehrt wohl auch nicht wieder. Er stellt eine mächtige, die Bauchwand hervorwölbende Halbkugel dar, an der weit über 100 relativ kurze Hodenläppchen von einem Mittelpunkte radial ausstrahlen.

Das Ovar trägt an seiner inneren Seite einen kurzen, basal erweiterten, dickwandigen Ovidukt, der dicht neben dem Samenleiter mündet. In jüngeren Ascidiozooiden (Taf. XLII, Fig. 2) setzt sich das Ovar auch proximal in einen dünnen, am Samenleiter hinziehenden Strang bis zum Stolo fort. Es ist der letzte Rest der ehemaligen Verbindung der Geschlechtsorgane mit dem Geschlechtsstrange (*g'* Fig. 2, Taf. XLII). In gewissen alten Ascidiozooiden ist der Hoden in Zerfall begriffen, während das gefurchte Ei eine geradezu gewaltige Dotterkugel darstellt.

Die Reifungsverhältnisse der Geschlechtsdrüsen wurden oben schon erörtert. Die Art ist höchst wahrscheinlich männlich vorreif.

Angesichts der vielen übereinstimmenden Merkmale zwischen *P. Agassizi* und *spinosum* erscheint vielleicht die Frage nicht überflüssig, ob etwa gar beide Arten zu einer zusammenzuziehen seien. Vergleicht man die von mir Taf. XLI, Fig. 8 und Taf. XLII, Fig. 1 dargestellten Ascidiozooide beider Arten miteinander, so möchte man wohl keinen Augenblick im Zweifel sein, daß es sich hier um verschiedene Formen handle, denn Körperform und Größe beider Individuen sind ja grundverschieden. Allein es muß betont werden, daß die wiedergegebene Form von *P. Agassizi* höchst wahrscheinlich nicht die definitive sein wird; denn die ältesten Ascidiozooide dieser Art zeigen auch nicht eine Spur von Geschlechtsorganen, ja nicht einmal bläschenförmige Keimzellen lassen sich, wie ich im entwickelungsgeschichtlichen Teile schon hervorhob, auf irgend einem Stadium im Geschlechtsstrange nachweisen, während wir doch bei allen anderen Arten, einschließlich *P. spinosum*, den Geschlechtsstrang auf allen Stadien mit Eizellen vollbepackt beobachten. Thatsächlich zeigen nun auch die alten Ascidiozooide des größten, 111 cm langen Stockes von *P. Agassizi* aus der Sammlung des Fürsten VON MONACO eine

langgestreckte, an *P. spinosum* erinnernde Körperform, und dies wieder bei vollständigem Mangel an Geschlechtsorganen, wodurch Krüger (1912), der Bearbeiter des Materials, bestimmt wurde, diese Stöcke eben *P. Agassizi* zuzurechnen.

Wenn so einerseits die Körperform von *P. Agassizi* mit zunehmendem Alter der von *P. spinosum* sich nähert, so muß andererseits konstatiert werden, daß wir die Körperform der Ascidiozooide von *P. spinosum* in jungen Kolonien noch nicht kennen.

Hinsichtlich der Körperform würden die Individuen von *P. spinosum* bezw. *P. Agassizi,* wie sie von mir Taf. XLII, Fig. 1 (ein keulenförmiges *P. spinosum*), von Krüger (1912) Pl. II, Fig. 7 (ein fischähnliches *P. Agassizi*), von Farran (1906) Pl. VII, Fig. 1 (ein birnförmiges *P. spinosum*) und von mir Taf. XLI, Fig. 8 (ein elliptisches *P. Agassizi*) gezeichnet wurden, eine lückenlose Reihe darstellen. Während aber eben weder Krüger in den langgestreckten, noch ich in den elliptischen Individuen (von *P. Agassizi*) Geschlechtsorgane entdecken konnten, besitzen die großen Tiere von *P. spinosum* von der „Valdivia" alle mächtig entwickelte Hoden und Ovarien, die von Farran beschriebenen nur vereinzelt ein Ovar.

Dieser Unterschied hinsichtlich der Geschlechtsorgane muß natürlich einmal schwinden, denn wir müssen doch annehmen, daß die Ascidiozooide von *P. Agassizi* einmal geschlechtsreif werden, wenn sie nicht eben nur, wie eingewendet werden könnte, die Jugendformen von *P. spinosum* sind. Das halte ich jedoch aus folgendem Grunde für nicht wahrscheinlich: Die Stolonen bezw. jüngsten Knospenstadien aus dem etwa 15 cm langen, nicht gut erhaltenen Stocke von Station 265 besitzen unzweifelhaft Eizellen (in erwachsenen Ascidiozooiden konnte ich wegen des schlechten Erhaltungszustandes nichts erkennen); aber weder in den Stolonen, noch in den Knospen oder erwachsenen Ascidiozooiden des größten, 17 cm langen Stockes von *P. Agassizi* sind im Geschlechtsstrange Eizellen zu beobachten. Wenn aber in den jüngsten Individuen eines kleineren Stockes allenthalben Geschlechtszellen zu beobachten sind, in den ältesten Tieren des älteren und längeren sie dagegen absolut fehlen, so möchte man annehmen, daß es doch zwei nahe verwandte Formen gäbe, die sich aber durch die Entwickelung der Geschlechtszellen unterscheiden und nur danach auch vielleicht zu unterscheiden sind. Ich benutzte jedenfalls nur dieses Merkmal (indem ich junge Knospen herauspräparierte, färbte, aufhellte und mit starken Vergrößerungen untersuchte), um 5 mittelgroße (7—11 cm lange Stöcke), bei denen ich wegen ihres schlechten Erhaltungszustandes an den Ascidiozooiden nicht zwischen *P. Agassizi* und *spinosum* unterscheiden konnte, als *P. Agassizi* zu diagnostizieren. Auf andere Weise war es mir unmöglich, die 5 Stöcke für die eine oder andere Art zu erklären. Wer aber diesen Unterschied als nicht ausreichend ansehen möchte, der müßte mindestens die von Farran beschriebenen Individuen von *P. spinosum* auf Grund der Form für geschlechtsreif gewordene Ascidiozooide von *P. Agassizi* und die von Krüger gezeichneten Tiere von *P. Agassizi* für solche von *P. spinosum* erklären; denn Krügers *Agassizi*-Form steht meinem *P. spinosum* viel näher als Ritters und meinem *P. Agassizi,* und Farrans *P. spinosum* hat äußerlich mehr Aehnlichkeit mit Ritters *P. Agassizi* als mit alten Tieren von *P. spinosum.*

Vergleicht man freilich genauer das von mir Taf. XLI, Fig. 8 gezeichnete elliptische *P. Agassizi* mit dem von Farran (1909, Taf. VII, Fig. 1) dargestellten birnförmigen *P. spinosum* aus einem Stocke mittleren Alters (85 cm Länge), so bleiben allerdings auch hier die charakte-

ristischen Unterschiede bestehen. Sie liegen erstlich in der Cloakenhöhle und der Cloacalöffnung. Bei meinen Individuen von *P. Agassizi* ist die erstere, was ich als besonders eigentümlich betrachtete, auffällig kurz und ihre Oeffnung sehr breit (Taf. XLI, Fig. 6, 8). *P. spinosum* aber besitzt auch bei dem FARRAN'schen Individuum einen längeren Cloakenraum und die eigentümlich birnförmige, auf die Ventralseite spaltförmig übergreifende Oeffnung. Weitere Unterschiede stellen die Lage der Kiemenspalten und (damit im Zusammenhange) die des Darmtraktus dar.

Nun aber zeigen andererseits wieder die von KRÜGER gezeichneten Individuen von *P. Agassizi* auch eine längere Cloake (über die Oeffnung derselben ist aus der Zeichnung genaueres nicht zu entnehmen), so daß schon darin, und ferner auch durch die Lage der Kiemenspalten und des Darmtraktus diese Individuen eine vollkommene Mittelform zwischen den von FARRAN und von mir gezeichneten Ascidiozooiden von *P. spinosum* darstellen.

Was die übrigen Merkmale anlangt, z. B. hinsichtlich des Muskel- und Nervensystems, der Mantelfortsätze, Mundtentakeln u. s. w., so sind nur graduelle Unterschiede zwischen beiden Formen vorhanden. Ganz besonders für das Muskelsystem gilt, daß *P. spinosum* alle jene Eigentümlichkeiten in extremer Ausbildung aufweist, welche *P. Agassizi* in mäßiger Entwickelung besitzt.

Nach alledem dürfte jedenfalls auf Grund der bisher gemachten Funde schwer zu entscheiden sein, ob *P. spinosum* und *Agassizi* zwei selbständige, wohl zu unterscheidende Arten oder nur verschiedene Alters- und Entwickelungsstadien einer Species darstellen. Die Entscheidung werden neue Funde, insbesondere von jüngsten Stöcken, bringen müssen.

Oben wurde bemerkt, daß vielleicht die „Pyrosomata fixata" die ursprünglicheren seien. Ich möchte folgende Gründe dafür anführen: Sie haben keine wanderungsfähigen Knospen. Die Fähigkeit der Knospenwanderung mittels Phorocyten aber dürfen wir wohl als später erworbene Eigenschaft betrachten. Wir finden sie meines Wissens nicht bei den Ascidien, wohl aber bei den Dolioliden *(Anchinia, Dolchinia, Doliolum)*. Ferner die Eigentümlichkeit, daß die beiden Hälften des Flimmerbogens sich erst hinter dem Ganglion, auf der Rückenseite, vereinigen, ist von SLUITER bei *Ascidia sabulosa* (vergl. BRONN, III, Suppl., S. 338 Anmerkung) beobachtet worden. Auch den Besitz von zwei Mantelgefäßen, durch den alle Individuen (soweit sie überhaupt solche entwickeln), ausgezeichnet sind (während bei den übrigen Arten nur die vom Cyathozooid geknospten Primärascidiozooide zwei solche führen), möchte ich für ursprünglich ansehen.

Diagnose: Länge des Stockes bis 4 m, kegelförmig, dünn.

Körper langgestreckt, birn- bis keulenförmig; Länge bis 18 mm. Endostyl im vorderen Teil stark gekrümmt, im hinteren geradegestreckt, stabförmig. Kiemenspaltenfeld harfenförmig. Kiemenspalten bis 50, längs verlaufend. Längsgefäße bis 46, schräg dorsoventral verlaufend, Dorsaltentakeln bis 22, Mundtentakeln 15 (außer dem Ventraltentakel), Darmtraktus der Ventralseite längs anliegend. Bis 9 Muskelfäden um den Mundsphincter. Ventralmuskelbündel 4, Dorsalmuskelbündel bis 12 Aeste, die das erste Drittel des Kiemenspaltenfeldes wirr bedecken und mit den Fasern des ventralen Bündels und dem Cloakenmuskel zum Teil in Verbindung stehen. Cloakenmuskel kurz und stark, spindelförmig. Cloake sehr lang, schlotförmig;

Cloacalöffnung birnförmig, geknickt, der schlitzförmige Teil auf der Ventralseite gelegen und vom Mantel verschlossen. Muskel der Cloacalöffnung dorsal halbmondförmig verbreitert. Hoden zwischen Magen und Enddarm gelegen, aus weit über 100 kurzen, radial angeordneten Hodenläppchen bestehend; Ovar hinter dem Darmtraktus gelegen. Hoden reift vor dem Ei.

2. Pyrosomata ambulata.

Knospen nach der relativ frühzeitigen Abschnürung mittels Phorocyten im Mantel basalwärts bis zu ihrer definitiven Festsetzung wandernd. Primärascidiozooide je 2, alle übrigen Ascidiozooide je ein Mantelgefäß. Cloacalmuskel über der Cloake gelegen. Schlundrohr von 2—3 Zirkulärfäden umgeben. Sphincter der Egestionsöffnung ringförmig geschlossen. Nur ein Mund-(Ventral-)tentakel. Vereinigung der beiden Hälften des Flimmerbogens in der Flimmergrube unter dem Ganglion. Flimmergrube der Unterseite des Ganglions anliegend. Blutbildendes Organ im dorsalen Blutsinus gelegen. Nur zwei Leuchtorgane zu beiden Seiten der Mundöffnung. Geschlechtsorgane ventral hinter dem Darmtraktus.

a) *Pyrosoma verticillatum* n. sp.

Hierzu Taf. XLI, Fig. 1 u. 2; Taf. XLIV, Fig. 1, 3, 4.

Diese neue Art wurde von der „Valdivia“ im tropischen Indischen Ocean auf 9 Stationen (217, 218, 221, 223, 226, 228, 232, 233, 235) gefischt. Es sind im ganzen gegen 65 kleinere bis 3 cm große Stöckchen, die durch ihre Form, besonders aber durch die regelmäßige Anordnung der Einzeltiere schon dem unbewaffneten Auge sofort auffallen.

Mit Ausnahme der größten 3 cm langen zeigen alle Kolonien Eiform; und die Ascidiozooide sind in unter sich parallelen Ringen oder Etagen angeordnet, die streng in horizontaler Ebene (also senkrecht zur Stockachse) verlaufen und durch relativ breite Zwischenstücke aus Mantelgallerte getrennt sind, in denen nie ausgebildete Einzeltiere, sondern höchstens auf Wanderung befindliche Knospen vereinzelt zu beobachten sind. Auch in dem großen Stöckchen erscheint durch sämtliche 20 Etagen hindurch diese höchst charakteristische Anordnung aufrecht erhalten und nicht durch ein einziges Ascidiozooid gestört.

Die Manteloberfläche ist glatt (wie bei *P. atlanticum*) und zeigt keinerlei Fortsätze, sondern erweist sich im Gegenteil regelmäßig grubig vertieft durch die trichterförmigen Einsenkungen der Mantelgallerte, die zu den Ingestionsöffnungen der Ascidiozooide führen.

Die größten Einzeltiere sind 2,5—2,7 mm lang, 2,7—3 mm hoch. Die Zahl der Kiemenspalten beträgt meist 21, die der Längsfalten des Kiemenkorbes fast immer 11, Rückenzapfen sind 4 oder 5 vorhanden. Der Endostyl erscheint mäßig ventral, die Stirn- und Rückenfläche dagegen stark dorsal vorgewölbt. Ein Schlundrohr fehlt. So wird das Tier höher als lang und erhält seine runde, an *P. Agassizi* (oder an *Anchinia*) erinnernde Form. Der Darmtraktus ist mäßig nach hinten geneigt, der Oesophagus stark gewölbt.

Der aus 12—15 geschwungenen Läppchen bestehende Hoden liegt nicht wie bei allen anderen Arten an der ventralen, sondern an der hinteren Körperwand, dieselbe schwach buckelförmig hervorwölbend. Es erscheinen deshalb die Hodenläppchen nicht wie gewöhnlich nahezu parallel mit den Kiemenspalten, sondern senkrecht dazu gelagert. Die Art ist weiblich vorreif (siehe oben S. 308 ff.).

Der Cloacalraum ist außerordentlich kurz, die Cloacalöffnung sehr groß und und weit, so daß die mediane Partie der Leibeshöhle mit dem Darmtraktus sogar etwas aus dem Cloakenraume hervortritt. Der Cloacalmuskel ist sehr lang.

Charakteristisch für *P. verticillatum* sind also die trichterförmigen Einsenkungen der sonst glatten Manteloberfläche, die Höhe der Einzeltiere, die Lage des Hodens an der hinteren Körperwand, die außerordentliche Kürze und weite Oeffnung der Cloakenhöhle (wie sie wohl nur noch *P. Agassizi* zeigt), und in ganz besonderem Maße die Anordnung der Ascidiozooide zu regelmäßigen Ringen oder Etagen.

Ich weiß sehr wohl, daß hinsichtlich des letzteren Merkmales eingewendet werden könnte, es bestehen auch die jüngeren, etwa bis 1 cm langen Stöckchen aller Arten (vielleicht nur mit Ausnahme von *P. Agassizi* und *spinosum*) aus regelmäßigen Ringen oder Etagen von Ascidiozooiden.

Das Material der „Valdivia“ birgt eine sehr große Anzahl solcher kleiner, prachtvoll erhaltener Kolonien, von denen unten noch die Rede sein wird. Aber weder die jüngsten ein- und zweireihigen (siehe unten), noch die mehrreihigen Stöcke von *P. verticillatum* können etwa mit gleichaltrigen Kolonien von *P. atlanticum* oder *giganteum* verwechselt werden. Die Ringe liegen bei den letzteren Arten viel enger aneinander, so daß oft die Ascidiozooide des einen Ringes mit ihren Ventral- und Dorsalseiten ein Stück in die Zwischenräume zwischen zwei Ascidiozooide der benachbarten Ringe gerückt erscheinen (vgl. oben S. 295 ff.). Ferner wird die Regelmäßigkeit der reihenförmigen Anordnung zumeist schon früh dadurch gestört, daß sich neue Wanderknospen, vornehmlich der Ascidiozooide der ältesten Etagen, zwischen jüngeren fixieren (S. 300), anstatt am offenen Ende neue Ringe aufzubauen. Beides kommt, wenigstens bei den mir vorliegenden Kolonien von *P. verticillatum*, nicht vor. Die Abstände der einzelnen Etagen voneinander sind so groß wie bei keiner anderen Art. Es erscheinen die Ringe niemals ineinander geschoben, auch nicht am offenen Ende der Kolonie, wo sie ja stets enger beisammen liegen als an der Spitze, sie berühren sich nicht einmal. Und dann sieht man nie eine Wanderknospe in den breiten Mantelzwischenstücken sich fixieren, obschon dieselben im oberen Teile der Kolonie erheblich breiter sind, als eine wandernde Knospe hoch ist. Also Platz zum Festsetzen wäre hier zwischen den fertigen Ringen reichlich vorhanden, aber es geschieht nicht.

In dem Material sind gerade eine sehr große Anzahl (65 Stück) ebenfalls prachtvoll erhaltener, 5—12 mm langer Stöckchen von *P. atlanticum*, alle von Station 74, enthalten. Sie sind zunächst viel schlanker und kegelförmig, besitzen bei 12 mm Länge 6 mm im Durchmesser; 12 mm lange Kolonien von *P. verticillatum* messen dagegen 10 mm im größten Durchmesser. Die Ascidiozooide in den Stöcken von *P. atlanticum* sind dann bei dieser Stocklänge viel kleiner und die Etagen eben viel dichter und die Regelmäßigkeit derselben bereits stark gestört. Die Manteloberfläche dagegen ist hier wie dort durchaus glatt und um die Ingestionsöffnungen trichterförmig vertieft.

In den gleich großen (etwa 1 cm langen) Stöckchen von *P. giganteum* erscheinen zwar

die Etagen noch viel regelmäßiger als bei *P. atlanticum*, die Tiere sind aber größer und anders gestaltet (siehe daselbst). Das Augenfälligste bei *P. giganteum* aber ist der Umstand, daß, obschon noch keine eigentlichen Mantelfortsätze ausgebildet sind, die Ascidiozooidringe schon bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge deutlich erkennbar an der Oberfläche der Kolonie wulstartig hervortreten. Der Grund liegt in der schon einsetzenden Verlängerung der Schlundrohre.

Noch ein Unterschied zwischen den jungen Stöckchen von *P. verticillatum* einerseits und *P. atlanticum* und *giganteum* andererseits sei hervorgehoben. Er betrifft die Entwickelung der Geschlechtsorgane. In den Stöcken von *P. verticillatum* bringt die Hauptmasse der Ascidiozooide zuerst die Eier, in denen von *P. giganteum* und *atlanticum* zuerst den Hoden zur Reife. *P. verticillatum* gehört, wie oben ausführlich erörtert wurde, zu den protogynen, *P. atlanticum* und *giganteum* zu den protandrischen Arten. Man findet also in kaum centimetergroßen Stöcken von *P. verticillatum* (und *P. aherniosum*) gelegentlich schon viele Embryonen, immer aber entwickelte, blasig aufgetriebene Eier, die mit der binokulären Lupe z. B. sofort erkennbar sind. In 1—3 cm großen Stöckchen von *P. atlanticum* und *giganteum* aber sind die Eier noch so klein und unentwickelt, daß sie nur mit stärkeren Vergrößerungen aufzufinden sind. Dieser Umstand kann sehr wohl zur Unterscheidung der genannten Arten dienen, besonders dann, wenn etwa die Ascidiozooide selbst schlecht erhalten sind, so daß man Einzelheiten nicht erkennen kann. Die Embryonen im rechten Peribranchialraum und blasige Eier sind auch in solchen Fällen stets noch zu erkennen [1]).

Auch die Ausbildung des Hodens kann als wichtiges Unterscheidungsmerkmal dienen, ganz besonders für sehr junge Kolonien. Es ist erstaunlich, in welch frühem Alter in den 4 Primärascidiozooiden (und den nächstältesten Tochtertieren) bei *P. verticillatum* die Entwickelung des Hodens (und des Eies, welches weiterhin allerdings sehr zurückbleibt, vergl. oben S. 310) anhebt. In Kolonien, bei denen eben die 2. Etage fertig ausgebaut ist, die also aus 12 Ascidiozooiden (4 primären und 8 sekundären in der 2. Reihe) bestehen und $3^1/_2$ mm lang sind, besitzen die 4 Primärascidiozooide bereits ein mit der binokulären Lupe (bei 16—20-facher Vergrößerung) deutlich erkennbares Hodenknöspchen. Diese Anlage ist etwa so groß wie in den Primärascidiozooiden von *P. atlanticum* aus einem 1 cm langen, 8—9-reihigen Stöckchen; in 3—5 mm langen Kolonien aber ist dann natürlich noch nichts davon zu erkennen. Es ist also möglich — eine lückenlose Serie solcher kleiner, 2- und mehrreihiger Stöckchen von *P. verticillatum* machte es mir zur Gewißheit — gelegentlich auf Grund der frühzeitigen Entwickelung vom Hoden die kleinsten, kaum $^1/_2$ cm großen Kolonien dieser Art herauszufinden. Andere specifische Artmerkmale bei diesen kleinsten Kolonien werden unten genannt werden.

Als ich unter dem Pyrosomenmaterial der Deutschen Tiefsee-Expedition die prachtvollen, schon bei oberflächlicher Durchsicht in die Augen fallenden Stöckchen von *P. verticillatum* zum ersten Male sah, zweifelte ich keinen Augenblick, *P. elegans* (Lesueur) vor mir zu haben; denn wenn irgend eine Form diese Bezeichnung verdient hätte, so könnte es nur die gewesen sein.

1) Die „Gazelle" erbeutete bereits auf ihrer Fahrt im Jahre 1876 an 3 Stationen 6 Stöckchen von *P. verticillatum*, wie ich aus dem jetzt im Berliner Zoologischen Museum befindlichen Material feststellen konnte. Die Kolonien sind nicht gut erhalten, die Ascidiozooide zum Teil sehr geschrumpft, so daß man, ungeachtet der Anordnung, einige dieser Stöckchen hätte für *P. atlanticum* halten können. Die Embryonen aber, von denen in einem Falle einige bis zur „Viererkolonie" entwickelt sind, schließen jeden Zweifel aus.

Allein das Studium der beiden Arbeiten von Lesueur überzeugte mich bald, daß davon keine Rede sein könne.

Wenn auch aus den Beschreibungen, welche die in Rede stehende Form in den beiden Arbeiten erfährt (vergl. auch Seeliger, 1895, S. 59), mit Sicherheit nichts für oder wider die Sache zu entnehmen ist, so schließen die beiden Zeichnungen (1813, Pl. V, Fig. 2, und 1815, Pl. I, Fig. 4) jeden Zweifel aus. In der ersteren wird eine kegelförmige Kolonie mit 6 Etagen älterer Ascidiozooide und einer 7., von jüngeren Tieren gebildeten dargestellt. Die einzelnen Etagen erscheinen durch breite granulierte Zwischenräume abgetrennt, und die Ascidiozooide tragen weit aus dem Stockkörper herausragende Mantelfortsätze. Es ist zu bemerken, daß die Zeichnung aus einer Zeit stammt, wo der Pyrosomenstock noch als ein Individuum betrachtet und nur „Tuberkel" (Mantelfortsätze bezw. Schlundrohre) an ihm beobachtet worden waren. Die andere Zeichnung von 1815 giebt eine sehr klare Darstellung von 2 Einzeltieren. Beide tragen wieder e einen deutlichen dorsalen Mantelfortsatz. Diese letzteren in beiden Zeichnungen schließen völlig die Möglichkeit aus, daß *P. elegans* und *P. verticillatum* identisch seien, da *P. verticillatum* keine Spur von Mantelfortsätzen trägt. Es ist höchst wahrscheinlich, daß Lesueur (1813) in Fig. 2, Pl. V eine jüngere Kolonie von *P. giganteum* und in Fig. 4, Pl. I (1815) zwei jüngere Ascidiozooide derselben Species abgebildet hat. Bedenkt man, daß Lesueur (1813) bei Anfertigung der Zeichnung des Stöckchens die Einzeltiere noch nicht erkannt hatte, und berücksichtigt dabei den Stand der damaligen Reproduktionstechnik, so wird man Lesueur seine Anerkennung über die charakteristische Wiedergabe des makroskopischen Bildes einer jungen Kolonie von *P. giganteum* nicht versagen können. Die breiten granulierten Zwischenstücke, welche Seeliger (1895) zu der Ansicht verleiteten, „daß diese Abbildung nicht recht naturgetreu sein möchte", stellen zweifellos zwischengeschobene Etagen jüngerer Ascidiozooide dar.

Lesueur's Kolonien seines *P. elegans* stammten aus der Bucht von Villafranca. Nun sind aber, wie ich mich überzeugen konnte, weder auf der zoologischen Station zu Villafranca noch auch in Neapel je größere Pyrosomenkolonien mit regelmäßig übereinander liegenden Etagen in der Art von *P. verticillatum* beobachtet worden. Damit fällt auch die Annahme, daß Vogt (1848) und Keferstein und Ehlers (1861), Bonnevie (1896), Julin (1904) wirkliche *P. „elegans"* vor sich gehabt hätten, obschon die Autoren sich dieser Bezeichnung bedienen. Es handelt sich in diesen Fällen wohl ebenfalls um jüngere *P. giganteum*. Das reiche Pyrosomenmaterial der Deutschen Tiefsee-Expedition, das der Südpolar-Expedition und das des Berliner Zoologischen Museums, welch letzteres zum kleinen Teil aus dem Mittelmeer, zum größeren von der „Gazelle"-Fahrt stammt, enthält kein *Pyrosoma*-Stöckchen, auf welches Lesueur's Beschreibung und Bezeichnung zugleich paßte.

Nach alledem erscheint es zweifellos, daß das fort und fort in der Litteratur aufgeführte *P. elegans* (Lesueur) thatsächlich nicht existiert und darum auszuscheiden ist, wie schon Seeliger vorschlug.

Diagnose: Länge des Stockes 3 cm, eiförmig. Mantel glatt, um die Ingestionsöffnung trichterförmig eingesenkt. Ascidiozooide auch im höheren Stockalter in regelmäßigen, relativ weit voneinander abstehenden Ringen oder Etagen angeordnet. Körper rund bis elliptisch, höher als lang. Höhe 2,7—3 mm, Länge 2,5—2,7 mm. Schlundrohr fehlt, Endostyl schwach gleichmäßig ge-

krümmt. Kiemenspaltenfeld elliptisch, Kiemenspalten meist 21, Längsgefäße 11; Rückenzapfen 4 oder 5. Cloake sehr kurz und weit geöffnet. Cloakenmuskel sehr lang. Hoden, aus 12—15 geschwungenen Läppchen bestehend, liegt an der hinteren Körperwand, diese schwach buckelförmig hervorwölbend. Geschlechtsorgane gelangen sehr frühzeitig zur Entwickelung. Weiblich vorreif.

b) *Pyrosoma operculatum* n. sp.

Hierzu Taf. XLIII, Fig. 1, 5, 6.

Auf Station 228, westlich vom Cagos-Archipel, brachte ein Vertikalnetzfang von 2500 m Tiefe ein *Pyrosoma*-Stöckchen aus dem Wasser des indischen Gegenstromes herauf, das schon durch seine Form von allen bekannten Arten sich unterscheidet.

Diagnose: Stock 5½ cm lang, 3½ cm im Mittel breit, einen abgestumpften Kegel mit schmälerem offenen und breiterem geschlossenen Ende darstellend. Manteloberfläche glatt, ohne alle Fortsätze. Anordnung der Einzeltiere sehr dicht. Körper langgestreckt. Länge der größten Einzeltiere 9 mm, Schlundrohr mittellang. Endostyl geradegestreckt, nur im vorderen Viertel mäßig dorsal gebogen. Kiemenspaltenfeld abgerundet-prismatisch, Kiemenspalten 40—45, Längsfalten 18—20, Rückenzapfen meist 16, Darmtraktus schräg nach hinten-unten geneigt. Cloacalraum röhrenförmig verlängert, im Querschnitt verengert-dreieckig; erreicht bei alten Tieren etwa die halbe, bei jüngeren die ganze Länge des übrigen Körpers. Cloacalöffnung gleichsam mit einer ventralen kapuzenförmigen Klappe überdeckt, die sich dorsal in einen geschlossenen Hautsaum fortsetzt. Der Hoden buchtet die hintere ventrale Körperwand bruchsackartig vor, aus 15—17 tentakelförmigen Läppchen bestehend. Ei reift früher als der Hoden. Protogyn.

Fig. 14. Stockform von *P. operculatum*.

Diese Art hat so bestimmte Merkmale, daß sie mit anderen nicht verwechselt werden kann. Die Stockform ist höchst eigentümlich (Textfig. 14). Während sich bei allen Arten der Stock nach dem geschlossenen Ende, nach der „Spitze“ zu, verjüngt, sehen wir hier umgekehrt die „Spitze“ am offenen Ende, wo die jüngeren Generationen liegen. Auch die starke Abstumpfung am geschlossenen Ende ist nicht gewöhnlich.

Die Körperform der Ascidiozooide zeigt Anklänge an verschiedene Arten. Das kurze Schlundrohr erinnert an *P. atlanticum* und *verticillatum* oder *P. Agassizi* und *spinosum*, der prismatische Rumpf an *P. giganteum* und *spinosum*; die lange schlotförmige Cloake wäre nur mit der bei *P. spinosum* vergleichbar.

Eine Eigentümlichkeit des Lumens des Cloacalraumes besteht darin, daß es nicht einfach rohrförmig gestaltet ist, sondern einen verengert dreieckigen Querschnitt aufweist, dessen Weite zudem an verschiedenen Stellen wechselt. Die Kontur in Fig. 1, Taf. XLIII giebt

den optischen Längsschnitt des Cloakenraumes wieder. Man sieht, wie etwa in der letzten Hälfte (Taf. XLIII, Fig. 5) das Lumen auf einen schmalen Spalt reduziert erscheint. Der Querschnitt durch diese Partien zeigt, daß sowohl der Boden als auch die Seiten im Dreieck konvex hervorspringen und thatsächlich nur einen Spalt frei lassen. Nach dem Ende zu wird die Oeffnung wieder weiter.

Ihr besonderes Charakteristikum aber hat diese Form darin, daß die dreieckige Cloacalöffnung gleichsam mit einer ventralen kapuzenförmigen Klappe überdeckt ist, die sich dorsal in einen völlig geschlossenen Hautsaum fortsetzt. Um den Rand der Klappe und des Saumes läuft ein schmales Muskelbändchen, in welchem wir nichts anderes als den Sphincter der Egestionsöffnung vor uns haben können.

Dieser Verlauf desselben beweist schon, daß wir die ganze klappenförmige Bildung nicht etwa mit dem cloacalen Dorsalzipfel bei *P. Agassizi* und *spinosum* vergleichen dürfen. Bei diesen beiden Arten handelt es sich wirklich um einen cloakalen Anhang oder Auswuchs, dessen Wurzel vom Dorsalteil des Sphincters nur gestreift wird, hier bei *P. operculatum* ist es nach der Lage des Muskels aber der Endteil der Cloake selbst. Die vom Muskel umsäumte Cloacalöffnung liegt demnach hier nicht wie bei sämtlichen anderen Formen (nur mit Ausnahme von *P. spinosum*) in einer zur Längsachse des Ascidiozooids senkrechten Ebene, mündet also nicht nach hinten, sondern nach oben, der Rückenseite zugekehrt. Bei *P. spinosum* liegt die Oeffnung ja zum Teil gerade entgegengesetzt, auf der Ventralseite, jedoch ist dieser Teil vom Mantel verschlossen. Natürlich birgt der klappenförmige Endteil der Cloake bei *P. operculatum* ebenso wie die Anhänge bei *P. Agassizi* und *spinosum* einen Teil der primären Leibeshöhle. Den Eindruck eines Anhängsels macht der ganze cloacale Endapparat bei *P. operculatum* deshalb, weil er nicht wie der übrige Teil des Körpers vom Mantel völlig umhüllt oder in ihm eingebettet erscheint. So ragen alle diese Endabschnitte, nur mit einer dünnen Mantelschicht bedeckt, jeder frei für sich aus der gallertigen Stockwand in die gemeinsame Stockhöhle hinein. Die Form dieser „Klappen“ ist (im konservierten Zustande) nicht konstant. Sie sind bald höher mit schmälerer Oeffnung, bald niedriger und breiter, aber stets dorsal zu geöffnet (vgl. Taf. XLIII, Fig. 1, 5, 6).

Der Sinn dieser Einrichtung dürfte nicht so ohne weiteres klar sein, zumal sie noch bei keiner anderen Pyrosomenart beobachtet ist. Vielleicht könnte auf diesem Wege nach dem Auspressen des verbrauchten Atemwassers aus dem Cloacalrohr ein Verschluß leichter bewirkt werden, um so bei der nun folgenden Erweiterung der Kiemenhöhle während des „Einatmens“ ein Rückströmen des Atemwassers zu verhindern. Da alle Cloacalöffnungen nach der Dorsalseite des Ascidiozooids gerichtet sind, der Rücken desselben aber stets dem offenen Ende der Kolonie zugekehrt ist, so zeigen auch alle Cloacalöffnungen nach dem offenen Ende.

Der gemeinsame Cloacalraum ist zufolge der Stockform sehr weit, der im Wasser vorauseilende geschlossene Pol relativ sehr stumpf; beides sind sicher keine Vorteile für die Eigenbewegung des Stockes. Nun wird aber durch die basalwärts gerichteten Cloacalöffnungen das vom Cloakenmuskel ausgepreßte Atemwasser nicht an die gegenüberliegende Stockwand, sondern direkt gegen das Diaphragma des Stockes getrieben, woraus vielleicht ein stärkerer Rückstoß resultieren könnte. Für die Fortbewegung der abgestumpften Kolonie könnte das nur von Vorteil sein.

Der Hoden erscheint auch charakteristisch. Ich kenne bei keiner anderen Art so lange

und dünne geschwungene Hodenläppchen in dieser lockeren Anordnung. Sie vereinigen sich wie immer ventral sternförmig und münden durch einen gemeinsamen kurzen Gang in ein auffällig großes, kugeliges Receptaculum inmitten der Hodenläppchen ein.

Die geschlechtlichen Verhältnisse wurden oben (S. 312) schon erörtert. Der Stock ist weiblich vorreif; die jungen, am offenen Ende gelegenen Ascidiozooidgenerationen tragen zum Teil fertige Viererkolonien im Cloacalraum, während der Hoden ein winziges, völlig unentwickeltes Knöspchen darstellt. Bei weitem die Hauptmasse der (erwachsenen) Ascidiozooide haben geboren, und der Hoden steht auf der Höhe seiner Thätigkeit. Knospen lassen sich, bezogen auf die vielen Hunderte von Ascidiozooiden, nur sehr wenige beobachten. Sie erscheinen alle sehr unentwickelt und doch schon abgeschnürt und isoliert im Cellulosemantel liegend. Ich möchte aus diesem allen schließen, daß der Stock relativ alt, die Periode der Knospung abgeschlossen ist und die Ascidiozooide ausschließlich der geschlechtlichen Thätigkeit obliegen. Das alles würde wieder dafür sprechen, daß der Stock als Individuum sein höchstes Alter und damit seine maximale Größe nahezu erreicht haben dürfte (vergl. oben S. 317/18).

c) *Pyrosoma aherniosum* Seeliger.

Hierzu Taf. XLIV, Fig. 2.

P. aherniosum Seeliger, 1895, S. 64, Taf. IV, Fig. 6—11, Taf. V und VI.
P. aherniosum Seeliger, Krüger 1912, S. 10/11; Pl. II, Fig. 5.

P. aherniosum wurde zuerst aus dem Material der Plankton-Expedition von Seeliger beschrieben. Es ist seither meines Wissens nur noch auf den Reisen des Fürsten von Monaco (Krüger 1912) gefischt worden. Die Deutsche Tiefsee-Expedition erbeutete diese Art an 12 Stationen, von denen 7 auf den Atlantik und 5 auf den Indischen Ocean entfallen, woher sie bislang noch nicht bekannt geworden war. Im ganzen wurden 30 meist jüngere Stöckchen bis zu 2 cm Länge gefangen. Das längste der von Seeliger beschriebenen maß 3 cm.

Wahrscheinlich zählt (vgl. oben S. 317/18) *P. aherniosum* zu den Arten, die nur kleinere Kolonien bilden.

Es ist kein Zweifel, daß *P. aherniosum* eine sehr wohl zu unterscheidende, selbständige Art repräsentiert. In Bezug auf ihre Geschlechtsverhältnisse ist sie, wie oben ausführlich erörtert wurde, als weiblich vorreife Art mit *P. verticillatum* und *operculatum* zusammenzustellen. Ueber die dieser Art eigene Stockbildung (jüngere Etagen schieben sich oft zwischen den älteren auf relativ sehr frühem Stadium ein) wurde gleichfalls oben schon gesprochen. Sie bedingt bei manchen kleinen Kolonien das ungemein charakteristische Aussehen. Die Kolonien erscheinen oft schon dem unbewaffneten Auge nicht gleichmäßig kegelförmig zugespitzt, sondern ein- oder mehrmals deutlich eingeschnürt (Taf. XLIV, Fig. 2).

Von gleich großen Kolonien anderer Arten sind die Stöcke von *P. aherniosum* im Habitus auch leicht zu unterscheiden, wenn sie jene Eigentümlichkeit nicht zeigen. So weit wie in den Kolonien von *P. aherniosum* ragen die von einem Mantelkrater umwallten Ingestionsöffnungen in den gleich großen Kolonien keiner anderen Art aus dem Stockkörper hervor; mit anderen Worten, bei keiner anderen Art, auch nicht bei *P. giganteum*, was ja hauptsächlich in Frage käme, besitzen die Ascidiozooide in so kleinen Kolonien (1—3 cm) bereits jene langausgezogenen und dabei so weiten, walzenförmigen (nicht kegelförmigen) Schlundrohre (vergl. Seeliger, 1895, Taf. V,

Fig. 1 und 3). Zudem sind dann bei *P. giganteum* bereits die dorsalen Mantelfortsätze mehr oder weniger entwickelt, *P. aherniosum* entwickelt dagegen nie solche, wenn auch an der Dorsalseite der Mundöffnung der Kraterwall des Mantels bei den alten Ascidiozooiden immer höher erscheint als an der ventralen (Taf. XLIV, Fig. 2).

Das ventralwärts geneigte Circumoralfeld ist beiden Arten eigen.

In Bezug auf die Entwickelung der Geschlechtsorgane und die Möglichkeit, aus diesem Verhalten die Art mitzubestimmen, gilt für *P. aherniosum* das von *P. verticillatum* Mitgeteilte.

Hinzugefügt sei endlich noch, daß außer der von SEELIGER beschriebenen Pigmentierung der hinteren Leibeswand Pigmentzellen (bei FLEMMING'scher Konservierung) in einem einreihigen Kränzchen um die Ingestionsöffnung zu beobachten sind, ähnlich wie ich es (Taf. XLII, Fig. 4 und 5) von *P. atlanticum* abbildete.

Der von SEELIGER (1895, S. 64) gegebenen genaueren Diagnose dieser Species habe ich sonst nichts hinzuzufügen. Unter Benutzung dieser Diagnose stelle ich der Vollständigkeit halber über *P. aherniosum* folgendes zusammen:

Diagnose: Länge des Stockes bis 3 cm. Stockform kegel- oder cylinderförmig, oft unter der Spitze eingeschnürt und am offenen Ende stark verbreitert. In jungen Stöckchen dreieckige, später schwindende Manteldornen. Mundöffnung vom Mantel gleichmäßig kraterartig umwallt. Körper langgestreckt, bis 5 mm lang; Schlundrohr dick, lang, kaminförmig; Mundöffnung dorsoventral gestellt. Endostyl fast geradegestreckt; Kiemenspaltenfeld abgerundet-viereckig, Kiemenspalten bis 24, breit, Längsgefäße etwa 14, Rückenzapfen meist 5. Cloake relativ kurz, weit. Hoden den ventralen Teil des Verdauungstraktus umhüllend, buchtet die ventrale Körperwand nicht hervor. Hodenläppchen etwa 12. Weiblich vorreif.

d) *Pyrosoma atlanticum* PERON var. *giganteum* LESUEUR und var. *levatum* SEELIGER.

RITTER (1905) konstatierte erstmalig, daß die in der Litteratur unter den Namen *P. atlanticum* PERON und *P. giganteum* LESUEUR beschriebenen Pyrosomen schwer oder gar nicht auseinander zu halten seien. KRÜGER bestätigte (1912) RITTER und zog beide Formen zu einer Art unter der Bezeichnung *P. giganteum* LESUEUR zusammen.

Wenn auch in älterer Zeit nie daran gezweifelt worden war, daß beide Formen bei aller Verwandtschaft zwei selbständige Arten seien, so stellte doch schon SAVIGNY (1816, S. 207) eine bedeutende Varibilität der Mantelfortsätze und, sicher zu Unrecht, eine solche des Diaphragmas bei *P. giganteum* fest und unterschied daraufhin 3 Varietäten. SEELIGER (1888, S. 25) sah sich veranlaßt, andererseits *P. atlanticum* PERON in 2 Varietäten, *„levatum"* und *„tuberculosum"*, auseinanderzulegen, von denen die letztere durch die oberflächlichen Mantelfortsätze auf der einen Seite sich *P. giganteum* nähert, „während sie andererseits durch Zwischenformen der ersten Varietät verbunden erscheint". HERDMAN unterschied letzten Endes beide Arten lediglich nach der Stockform und der Beschaffenheit der Mantelfortsätze.

Alle diese Unterteilungen der Forscher sind sicher als Zeichen für die Unsicherheit in der Unterscheidung beider Formen zu deuten und ohne Zweifel ist RITTER darin recht zu geben, daß die mit *P. atlanticum* PERON und *P. giganteum* LESUEUR in der Litteratur bezeichneten Pyrosomen deshalb nicht immer zu unterscheiden sind, weil viele der von den Autoren zitierten Merkmale (Körperform, Zahl der Kiemenspalten, Längsgefäße und Rückenzapfen, Form und Größe der Cloake, Lage des Hodens, Geschlechtsverhältnisse) ineinander fließen oder beiden Formen direkt gemeinsam sind und, wie gleich gezeigt werden soll, nur wenige Eigentümlichkeiten (Oberflächenbeschaffenheit der Kolonie, Größe der Ascidiozooide, Länge der Präbranchialzone, Stellung der Ingestionsöffnung, Pigmentierung) zur Unterscheidung dienen können.

Was nun aber die Benennung der zusammengezogenen Art durch KRÜGER betrifft, so muß zunächst festgestellt werden, daß nicht nur die von den verschiedenen Forschern mit *P. atlanticum* PERON und *P. giganteum* LESUEUR bezeichneten Formen zum Teil ineinander übergehen, sondern auch, daß PERONS *P. atlanticum* selbst mit LESUEURS *P. giganteum* identisch ist. Die Zeichnungen, welche beide Autoren beifügen (PERON 1807, Taf. XXXI, Fig. 1 u. 2; LESUEUR 1815, Pl. I, Fig. 4), weniger natürlich ihre Beschreibungen, lassen darüber keinen Zweifel.

Somit müßte, wie KRÜGER auch hervorhebt, auf Grund der Priorität die Bezeichnung *P. giganteum* ganz fortfallen, denn PERON beschrieb sein *P. atlanticum* 1804 und LESUEURS Mitteilung über *P. giganteum* erschien 1815.

KRÜGER folgt aber der Priorität nicht, sondern „parce que la forme *giganteum* est plus fréquente que la forme *atlanticum*", schlägt er vor, die Art *P. giganteum* und die kurzschlundige Varietät ohne Mantelfortsätze *„atlanticum"* zu nennen. Dazu dürfte bemerkt werden, daß erst SEELIGER (1895) überhaupt bei *P. atlanticum* PERON eine Varietät mit ganz kurzem Schlundrohr und „ohne merklich hervorragende Mantelfortsätze" unter der Bezeichnung *P. atlanticum* var. *levatum* namhaft machte, bei PERON selbst aber davon nicht die Rede ist, da er sicher echte langschlundige und mit langen Mantelfortsätzen („tuberkel") ausgestattete Tiere von *P. giganteum* LESUEUR vor sich hatte. Weil es aber, wie ich sogleich zeigen werde, begründet sein dürfte, im Anschluß an SEELIGER die kurzschlundige Form mit glattem Stock und die langschlundige, mit Mantelfortsätzen ausgestattete als zwei Varietäten einer Art zu trennen, so würde es auf Grund des vorhin dargelegten wohl zweifellos am richtigsten sein, wenn wir (entgegen KRÜGER 1912) die zusammengezogene Art *P. atlanticum* nennen und diese in die beiden Varietäten *„giganteum"* (die größere, langschlundige mit Mantelfortsätzen ausgestattete und häufigere) und *„levatum"* (die kleinere, kurzschlundige, glatte und wohl seltenere) zerlegen. Ich werde mich jedenfalls dieser Bezeichnungen bedienen und schlage sie zur Annahme vor.

Wo daher im voraufgehenden schlechthin von *P. atlanticum* die Rede ist, ist natürlich die Varietät *levatum*, wo *P. giganteum* steht, die Varietät *giganteum* gemeint.

Es sei mir nun gestattet, meine diesbezüglichen, an einem außerordentlich reichen Material gemachten Beobachtungen über die beiden Varietäten von *P. atlanticum* mitteilen zu dürfen. Mir stehen gegenwärtig zur Untersuchung die Pyrosomen der Deutschen Tiefsee-Expedition, der Deutschen Südpolar-Expedition und das reiche Pyrosomenmaterial des Berliner Zoologischen Museums zur Verfügung, welch letzteres zum größeren Teile von der „Gazelle"-Expedition vom Jahre 1876, zum kleineren Teile aus dem Mittelmeere stammt.

Es ist zunächst meines Erachtens kein Zweifel, daß die jungen, etwa bis 5 cm langen Stöcke beider Varietäten sicher zu unterscheiden sind. Das Material der „Valdivia" birgt gerade eine Fülle prächtig konservierter kleinster, bis $1^1/_2$ cm langer Stöckchen beider Formen in nahezu lückenloser Folge. So finden sich z. B. von Station 74 allein 65 Stöckchen von var. *levatum* von 5—12 mm Länge. Von Station 89 enthält das Material 12 5—13 mm lange Kolonien von var. *giganteum*. Von anderen Stationen kommen einzelne Kolonien in diesen Größen hinzu (siehe Tabelle). Auch an Stöcken beider Arten in den Größen von 2—5 cm ist kein Mangel.

Im „Valdivia"-Material sind 23 Kolonien dieser Größen von var. *giganteum* enthalten, weitere 18 im Material des Berliner Zoologischen Museums. Gleich große Kolonien von var. *levatum* birgt zwar das Material der Deutschen Tiefsee-Expedition nicht, wohl aber enthält das Berliner Material 4 davon.

Stockform und Manteloberfläche. Vergleicht man mit bloßem Auge bis zu $1^1/_2$ cm lange Kolonien beider Varietäten miteinander, so erscheinen die von var. *levatum* bei gleicher Länge stets schlanker als die von var. *giganteum*.

Während ferner die Oberfläche bei den Kolonien von var. *levatum* völlig glatt ist, zeigen bereits 3—4-reihige, 5—10 mm lange Kolonien von var. *giganteum* am Stockkörper hervortretende Ringwülste. Sie werden durch die bereits in die Länge wachsenden, vom Mantel umhüllten Schlundrohre der jungen Ascidiozooide hervorgerufen. Bei den ältesten Ascidiozooiden von var. *giganteum* ist weiterhin die trichterförmige Einsenkung des Mantels um die Mundöffnung bereits in 2—3-reihigen Stöcken dorsal höher als ventral, im optischen Querschnitt erscheint also dorsal ein stumpfer, runder Fortsatz; bei var. *levatum* ist der Manteltrichter stets rund herum gleich hoch und bleibt es auch in allen späteren Stadien.

Die Anordnung der Ascidiozooide ist gleichfalls unterschiedlich. Schon wiederholt betonte ich in anderem Zusammenhange, daß die Stöcke von var. *giganteum* länger an einem regelmäßigen Aufbau in Etagen oder Ringen festhalten als die von var. *levatum*. Bei dieser letzteren Art setzen sich viel früher Wanderknospen unregelmäßig zwischen den älteren Etagen fest als bei var. *giganteum*. Dazu sind die Ascidiozooide bei var. *levatum* viel dichter geschart; schon die Etagen liegen enger aneinander, sie sind mehrgliedriger als bei var. *giganteum*. In 3—5 cm langen Kolonien ist bei var. *levatum* nichts mehr von den ehemaligen Ringen zu erkennen, die Ascidiozooide liegen sehr dicht und wirr durcheinander. In gleich langen Stöckchen von var. *giganteum* tritt bei Betrachtung mit bloßem Auge schon die ursprüngliche ringförmige Anordnung der ältesten Ascidiozooide noch hervor. Natürlich gleicht hierin nicht eine Kolonie derselben Art immer genau der anderen.

Auch die Größe und Form der Ascidiozooide ist in diesen jungen Kolonien verschieden. Die Individuen von var. *levatum* sind im allgemeinen kleiner als die in gleich großen Stöcken von var. *giganteum*. Natürlich ist aus diesem Grunde (und ganz besonders auch wegen der dichteren Lagerungsweise bei var. *levatum*) die Zahl der Ascidiozooide in gleich langen Stöcken bei var. *levatum* stets viel größer als bei var. *giganteum*. Das Kiemenspaltenfeld der jungen Ascidiozooide von var. *levatum* erscheint bei seitlicher Betrachtung rund, elliptisch, vielfach höher als lang; bei var. *giganteum* distal verschmälert, dreieckig. Das kurz abgestumpfte Schlundrohr läuft bei var. *levatum* genau paralllel mit der Längsachse des Körpers.

Die Ingestionsöffnung (mit dem Circumoralfeld) steht senkrecht auf der Medianachse. Bei var. *giganteum* haben wir in den gleich großen Kolonien Ascidiozooide mit einem schräg aufsteigenden, über den Stockkörper hervorragenden Schlundrohre mit (bei seitlicher Betrachtung) schön geschwungenen Konturen und einer ventralwärts geneigten Mundöffnung von ganz gewaltiger Weite, wie ich sie bei keiner anderen Form beobachtet habe (meist erscheinen ja die Ingestionsöffnungen durch die bei der Konservierung erfolgte Kontraktion des Mundsphincters stark verengt).

Wenn schon die bis $1^1/_2$ cm langen Kolonien beider Formen vornehmlich durch ihre Oberflächenbeschaffenheit mit bloßem Auge zu unterscheiden sind, so besitzen die 2—5 cm langen Stöcke meist einen so charakteristischen Habitus, daß ich mich nicht wundern würde, wenn ein Beobachter Kolonien beider Formen für Angehörige verschiedener Species erklärte: Bei var. *levatum* eine vollständig glatte Oberfläche, bei gleich langen var. *giganteum*-Kolonien ein dorniges, stacheliges Aussehen, hervorgerufen durch die bereits weit (in einer 5 cm langen Kolonie bis $4^1/_2$ mm) über den Stockkörper hervorragenden Schlundrohre, die dorsal von der Ingestionsöffnung mit einem um so längeren lanzettlichen Mantelfortsatz besetzt sind, je älter das Ascidiozooid, also auch, je länger das Schlundrohr ist. Bei einer 5 cm langen Kolonie messen die Mantelfortsätze der ältesten Ascidiozooide bereits 2 mm[1]). Die schon bei den ältesten Ascidiozooiden in (2—3-reihigen Stöcken) wahrnehmbaren Mantelerhebungen an der Dorsalseite der Mundöffnung verlängern sich fort und fort, so daß hier zunächst ein stumpfer Zahn erscheint, der bald spitzer wird, zwei Schneiden bekommt und sich ventral löffelförmig aushöhlt. Und weil sich eben alle Uebergänge finden lassen, so glaube ich, dürfen wir im Gegensatz zu Seeliger nur die Kolonien zu var. *levatum* zählen, welche (natürlich neben anderen bestimmten Merkmalen) gar keine Mantelerhebungen zeigen. Sobald wir die kurzspitzigen (*P. atlanticum* var. *tuberculosum* Seeliger) Kolonien mit zu var. *levatum* zählen, wird die Unterscheidung unsicher.

Auch hinsichtlich der Entwickelung der Geschlechtsorgane lassen sich beide Formen wenigstens in jüngerem Stockalter in den weitaus meisten Fällen voneinander unterscheiden. Zwar sind beide Arten protandrisch; aber die Entwickelung des Hodens setzt in den Ascidiozooiden von var. *giganteum* in späterem Alter ein als bei var. *levatum*, wie schon Seeliger (1895, S. 62) erwähnt. Daher findet man in 2 cm langen Stöcken von var. *levatum* in den älteren Ascidiozooiden bereits einen mächtig entwickelten Hoden, bei var. *giganteum* kann man dasselbe etwa in 4—5 cm langen Kolonien erst beobachten; in etwa 3 cm langen Stöcken ist der Hoden höchstens als kleines Knöspchen zu beobachten.

Nicht verschwiegen sei aber, daß offenbar auch Ausnahmen darin vorkommen. Insbesondere scheint in den Stöckchen von var. *giganteum* aus dem Mittelmeer die Entwickelung des Hodens früher einzusetzen als bei denen aus dem freien Ocean, wie denn überhaupt die im Mittelmeer vorkommende var. *giganteum*-Form ganz besonders typisch und charakteristisch sein dürfte. Das führt uns auf die Besprechung der großen Stöcke beider Arten.

Die Plankton-Expedition erbeutete bis 6 cm lange Kolonien von *P. atlanticum* var. *levatum*,

1) Ich bestätige in diesen Beobachtungen eigentlich nur die schon von Seeliger (1895, S. 59) gemachten: „Von *P. giganteum* lagen mir eine Anzahl kleiner, 4—5 cm langer Stöcke, die aus dem Mittelmeer stammten, zur Vergleichung vor, sie erwiesen sich schon bei oberflächlicher Betrachtung verschieden durch die lang emporrankenden vorderen Körperenden der älteren Ascidiozooide und die schlanken, lanzettförmigen Mantelfortsätze an den Ingestionsöffnungen."

während die von Huxley sogar 25 cm (10 inches) in der Länge maßen. Im Material des Berliner Museums sind die größten der von mir zu var. *levatum* gerechneten Stöcke 12 cm lang. Von var. *giganteum* wurden auf der Plankton-Expedition ausschließlich kleine, bis 1,6 cm lange Kolonien gefangen. Die größten vom „Challenger" waren 36 cm lang. Der längste Stock von var. *giganteum,* der bis jetzt erbeutet worden ist, dürfte der von Ritter (1905) zitierte von 60 cm Länge sein.

Die Deutsche Tiefsee-Expedition fischte nur einen großen 26 cm langen Stock von var. *giganteum.* Die Pyrosomen-Sammlung des Berliner Museums enthält eine ganze Anzahl bis 40 cm großer Stöcke von dieser Varietät. Auch die „Gauss" erbeutete mehrere bis 35 cm lange Kolonien von var. *giganteum.*

Vergleicht man mit unbewaffnetem Auge diese großen, walzenförmigen Kolonien (beider Varietäten) miteinander, so fällt sicher zuerst wieder die verschiedene Oberflächenbeschaffenheit auf. Man könnte sie danach in drei Gruppen bringen. Gewisse Stöcke besitzen lang über den Stockkörper herausragende Schlundrohre mit langen lanzettlichen Mantelfortsätzen in äußerst dichter Anordnung, bei anderen, und das ist bei den mir vorliegenden die Hauptmasse, sind die über den Stockkörper herausragenden Schlundrohre samt deren Mantelfortsätzen viel kürzer und vor allem viel geringer an Zahl, und endlich weisen einige eine völlig glatte Manteloberfläche auf.

Sämtliche mir vorliegende große Kolonien aus dem Mittelmeer (Neapel, Messina, Villafranca) gehören zur ersten Gruppe mit relativ sehr langen Schlundrohren (und ebensolchen Mantelfortsätzen) in besonders dichter Anordnung. Man könnte geradezu von einer Lokalrasse reden. Aus dem freien Ocean besitze ich nur kleinere, bis 5 cm lange Kolonien dieser Varietät. Ich messe z. B. an einem 18 cm langen Stock von var. *giganteum,* der aus Villafranca stammt, ein $8^1/_2$ mm langes (über den Stockkörper herausragendes) Schlundrohr, dessen lanzettlicher, an den beiden seitlichen Rändern gezähnelter und ventral meist löffelförmig ausgehöhlter Dorsalfortsatz 6 mm beträgt, und dieses bei einer Gesamtlänge des Ascidiozooids (von Egestions- zu Ingestionsöffnung) von $15^1/_2$ mm, so daß auf den Rumpf mit Cloake 7 mm entfallen. Die Verteilung ist so dicht, daß auf dem Quadratcentimeter etwa 4—6 lange und noch 2—3 mittellange Schlundrohre hervorragen.

Die Kolonien der zweiten Gruppe besitzen nie, auch nicht bei viel größerer Stocklänge, so lange Schlundrohre und Mantelfortsätze; dafür sind aber die Schlundrohre dicker und die Fortsätze stumpfer und breiter. An der einzigen großen Kolonie von 26 cm Länge aus dem „Valdivia"-Material messen z. B. die längsten Schlundrohre der alten Ascidiozooide über 5 mm und der breite, stumpfe Dorsalfortsatz nur $1^1/_2$ mm, und dabei steht auf dem Quadratcentimeter etwa nur eins dieser langen Schlundrohre. Die ältesten Ascidiozooide eines 38 cm langen Stockes von der „Gazelle"-Expedition aus dem südlichen Pacifik weisen im Maximum 3 mm lange Schlundrohre mit einem kaum 1 mm langen, breit-lanzettlichen Dorsalfortsatz auf. Es ragen ein oder zwei Schlünde auf den Quadratcentimeter vor. Diese Beispiele sollen genügen, um die Variabilität in der Länge der Schlundrohre, in der Länge und Form der Mantelfortsätze und endlich in der Verteilung oder dem Verhältnis der alten Ascidiozooide zu den jüngeren darzutun.

In diesem Zusammenhange sei noch einmal hervorgehoben, daß bereits Savigny (1816, S. 207) hinsichtlich der Ausbildung der Mantelfortsätze 3 Varietäten von *P. giganteum* unter-

schied, und zwar solche mit großen stumpfen, mit kleinen schmalen und endlich solche mit langen und spitzen Fortsätzen. Herdman (1888, S. 29) machte an den Kolonien des „Challenger“ ähnliche Beobachtungen wie ich sie eben mitteilte. Auch er stellte an einigen aus der Antarktis stammenden Stöcken die spärliche und unregelmäßige Verteilung der „Processus“ (gemeint sind wohl damit zugleich die Schlundrohre) fest und giebt die Länge derselben z. B. bei einer 36 cm langen Kolonie mit 4—5 mm an[1]). Auch Seeliger bezeichnet die Mantelfortsätze als in der Gestalt variabel. Ich rechne die Kolonien dieser beiden Gruppen zu var. *giganteum*.

Die Stöcke der dritten Gruppe sind vollständig glatt an ihrer Oberfläche, auch die ältesten Ascidiozooide besitzen an ihrer Ingestionsöffnung keinerlei Fortsätze. Die längsten mir zur Verfügung stehenden Kolonien dieser Art (aus dem Material des Berliner Museums) sind allerdings nur 10—12½ cm lang. In der Form zeigen sie nichts Besonderes, sondern weisen z. B. dieselbe stumpfe, gerundete Spitze und bald mehr Kegel-, bald mehr Walzenform auf wie die übrigen größten Kolonien. Ich rechne sie zu var. *levatum*. Der Habitus, das Gesamtaussehen dieser Kolonien ist durchaus anders als etwa das der Mittelmeerformen von var. *giganteum* mit ihrem außerordentlich zottigen Stockkörper. Die Kolonien der zweiten Gruppe mit den kürzeren Schlundrohren und Fortsätzen in spärlicher Verteilung ähneln jenen glatten Kolonien natürlich schon mehr. Welche Unterschiede weisen nun die Ascidiozooide auf?

Es muß gleich betont werden, daß in Bezug auf die Form des Ascidiozooidenleibes ein durchgreifender Unterschied zwischen den genannten Gruppen nicht aufzufinden ist. In den meisten Fällen handelt es sich um einen abgerundet-prismatischen, kastenförmigen Rumpf inkl. einer mittellangen Cloake. Die Größe der alten Ascidiozooide ist allerdings nach meinen Beobachtungen verschieden. Die alten Ascidiozooide von var. *levatum* messen nur bis 5 mm in der Länge, die von var. *giganteum* 15—18 mm. Die Wandstärke der Kolonie von var. *giganteum* beträgt also in einzelnen Fällen mehr als das Dreifache der Stöcke von var. *levatum*. Der Endostyl erscheint meist geradegestreckt oder seltener nur mäßig im hinteren Körperabschnitt aufsteigend und der Körper dann hier etwas verschmälert. Die Zahl der Kiemenspalten beträgt im Maximum 45—50, Längsfalten sind meist 15—17 vorhanden, Rückenzapfen bis 12.

In einer Hinsicht aber unterscheiden sich meines Erachtens immer scharf die glatten Kolonien von den anderen, nämlich durch Länge und Beschaffenheit des Schlundrohres oder besser der Präbranchialzone. Bei den glatten Stöcken (von var. *levatum*) besitzen alle Ascidiozooide ohne Ausnahme eine sehr kurze Präbranchialzone, d. h., ein „Schlundrohr“ fehlt ihnen also. Jene macht höchstens ein Viertel der Länge des Kiemendarmes aus. Die Ingestionsöffnung steht senkrecht auf der Längsachse des Körpers, wodurch die Präbranchialzone abgestutzt erscheint.

In den übrigen Kolonien (von var. *giganteum*) finden wir die Präbranchialzone zu einem mehr oder weniger (bei 18 cm langen Kolonien bis 9 mm) langen, schlotförmigen Schlundrohr ausgezogen, welches die Länge des übrigen Körpers nicht nur erreichen, sondern sogar übertreffen kann. An der Spitze desselben mündet die stark ventralwärts geneigte, oft fast

1) Die Textzeichnungen Fig. 2, 4 und 5 bei Herdman, von denen allerdings nur die letztere mit *P. giganteum* bezeichnet ist, müssen, was die Mantelfortsätze anlangt, als kaum zutreffend bezeichnet werden. Mit einem derart unregelmäßig gestalteten Fortsatz und den in der Darstellung gezeichneten Schlundrohren haben weder Lesueur noch Savigny und weder Huxley (1860, Taf. XXX, Fig. 1) noch Seeliger (1895, Taf. I, Fig. 1, 3) *P. giganteum* gezeichnet. Auch ich muß gestehen, nie so etwas beobachtet zu haben.

in der Mediane liegende Mundöffnung in einem ebenso gestellten „Oralfeld“ (SEELIGER), so daß also das Schlundrohr im Gegensatz zur anderen Form schräg abgeschnitten erscheint. Schließlich leitet nun zur Mundöffnung die löffelförmige Aushöhlung des dorsal über das Schlundrohr verlängerten Mantels, und zwar eben in der Form des schon beschriebenen, mit zwei gezähnelten seitlichen Kanten lanzettlich zugespitzten Fortsatzes.

Noch eine Bemerkung finde hier Platz. Schon bei Betrachtung von Kolonien mit der binokulären Lupe fallen einem auf den Seiten der Ascidiozooide dunkle Flecke auf, die zu weilen so häufig sind, daß der Ascidiozooidenkörper ganz scheckig erscheint. Zunächst möchte man an ausgebleichte Pigmente denken. Die genauere Untersuchung zeigt jedoch, daß diese Flecke der Außenwand des Peribranchialraumes zugehören und sich als höchst eigenartig umgebildete Stellen des äußeren Peribranchialepithels von länglicher oder kreisförmiger Begrenzung und nach außen schwach konvex vorgewölbter Oberfläche darstellen (Taf. XL, Fig. 21). Die Zellen dieses Raumes erscheinen entweder ganz oder nur in einer Ecke mit dicht aneinander gedrängten Vakuolen erfüllt; das nach HEIDENHAIN stark färbbare Plasma ist auf einen zentralen Bereich zurückgedrängt, von dem aus es in dünnen Fäden netzartig den Zellraum durchstrahlt. Vielfach ist in diesem zentralen Plasma der längliche färbbare Kern noch nachweisbar, oft erscheint er aber auch in eine schwarze, nicht mehr scharf begrenzte Masse aufgelöst. Zuweilen tritt eine großkugelige Vakuole, welcher der langgestreckte Kern anliegt, an die Stelle vieler kleinerer. Die Zellgrenzen der polygonalen Plattenzellen werden vielfach in dickeren randlichen Plasmasträngen noch erkennbar. Nahezu lückenlos umsäumt erscheint der gesamte Komplex von Zellen, welche mit unregelmäßig begrenzten schwarzen Körnern dicht angefüllt sind.

Man könnte zunächst vermuten, es handle sich in diesen Bildungen um Kunstprodukte. Dem widerspricht jedoch das Vorkommen bei verschiedenen Species und bei allen Stöcken derselben Art, wo sie auch herstammen mögen, einschließlich der jüngeren und jüngsten Tiere. Viererkolonien lassen bereits diese Flecke erkennen. Höchstwahrscheinlich handelt es sich um Degenerationserscheinungen, deren Verlauf bei jüngeren Tieren sich genau verfolgen läßt. Ich fand solche Bildungen auch noch, aber vereinzelter, bei *P. aherniosum*.

1. *Pyrosoma atlanticum* PERON var. *giganteum* LESUEUR.

Hierzu Taf. XXXVI, XXXVII, Fig. 3—11, Taf. XXXVIII, XXXIX, XL, Fig. 1—21, Taf. XLIII, Fig. 4 u. 8.

P. atlanticum PERON, 1804, S. 437; 1807, S. 485, Pl. XXXI, Fig. 1, 2.
P. giganteum LESUEUR, 1815, S. 70, Pl. I, Fig. 1—3, 5—15.
P. elegans LESUEUR, 1813, S. 283, Pl. V, Fig. 2; 1815, S. 414, Pl. I, Fig. 4.
P. giganteum LES., SAVIGNY, 1816, S. 51, Pl. IV, Fig. 7, Pl. XXII und XXIII.
P. elegans LES., VOGT, 1848, S. 59—66.
P. giganteum LES. und *elegans* LES., KEFERSTEIN und EHLERS, 1861, S. 72, Taf. XII, Fig. 4—9.
P. giganteum LES., PANCERI, 1873, Pl. I, Fig. 1—3.
P. giganteum LES. und *P. atlanticum* PER., HERDMAN, 1888, S. 25, 26, Pl. I.
P. giganteum LES., JOLIET, 1888, Pl. I—IV.
P. giganteum LES. und *P. atlanticum* var. *tuberculosum* SEELIGER, 1895, S. 61, Taf. I u. II, Taf. IV, Fig. 3 u. 4; S. 58, Taf. IV, Fig. 1—7.
P. elegans LES., BONNEVIE, 1896.
P. elegans LES., JULIN, 1904, S. 544.

P. giganteum Les., Ritter, 1905, S. 98, Fig. 30, 31.
P. giganteum Les., Ihle, 1910, S. 11, 12.
P. giganteum Les., Julin, 1912.
P. giganteum Les., Krüger, 1912, S. 5 ff.

Was die aus den vorstehenden Litteraturangaben hervorgehende Zugehörigkeit zu dieser Varietät von *P. atlanticum* anlangt, so läßt sie sich natürlich, nach dem was vorhin ausgeführt wurde, nicht in allen Fällen mit absoluter Sicherheit feststellen. Jedenfalls aber ist, wie schon S. 392/93 begründet wurde, das *P. elegans* Lesueur's mit *P. giganteum* Les. identisch. Deshalb werden auch alle späteren Autoren, welche von *P. elegans* reden (Keferstein und Ehlers, Bonnevie, Julin), sicherlich nur Kolonien von var. *giganteum* vor sich gehabt haben. Diese so benannten Stöcke stammten aus dem Mittelmeer; meines Wissens ist aber thatsächlich noch an keinem Orte desselben, wo überhaupt Pyrosomen gefangen wurden oder noch gefischt werden (Neapel, Villafranca, Monaco), ein Stöckchen beobachtet worden, das der Beschreibung Lesueur's und zugleich seinen Zeichnungen (1813, Pl. V, Fig. 2, und 1815, Pl. I, Fig. 4) entspräche. Das von Herdman, Pl. II, Fig. 8 gezeichnete und S. 34 beschriebene Stöckchen dürfte, wie schon Seeliger vermutete, eine *P. aherniosum*-Kolonie sein.

Was die nach Peron's *P. atlanticum* benannten Kolonien der Autoren anlangt, so möchte ich die von Herdman zitierte 9,5 cm lange Kolonie für var. *giganteum* halten, und ferner muß Seeliger's *P. atlanticum* var. *tuberculosum* zu var. *giganteum* gerechnet werden. Denn es ist für mich ohne Zweifel, daß Seeliger in seinen bis 6 cm langen Stöcken von *P. atlanticum* var. *tuberculosum* jüngere Kolonien der kurzschlundigen Form von var. *giganteum* vor sich hatte (vergl. seine Taf. III, Fig. 1, eine klare Zeichnung eines jüngeren Ascidiozooids von var. *giganteum* mit dem entstehenden dorsalen Fortsatz, wie ihn immer die jungen Tiere in alten und jungen Stöcken zeigen). Dagegen möchte ich bestimmt glauben, daß die von Huxley (1851, S. 580) beschriebene und (Pl. XVII) abgebildete Kolonie zu var. *levatum* zu zählen sei.

Diagnose: Länge der Kolonie bis 60 cm. Kegel- oder walzenförmig. Mantel mit (bis 5 mm) langen, meist lanzettlichen, ventral löffelförmig ausgehöhlten Fortsätzen an der Dorsalseite der Mundöffnung. Körper prismatisch, langgestreckt, 16—18 mm lang. Schlundrohr lang-schlotförmig ausgezogen, bis 9 mm lang. Circumoralfeld stark ventralwärts geneigt; Ingestionsöffnung sehr weit. Endostyl meist distalwärts mäßig aufsteigend. Kiemenspaltenfeld in der Jugend abgerundet, im Alter prismatisch, distalwärts verschmälert. Kiemenspalten 50, Längsgefäße 20, Rückenzapfen bis 12. Cloake mittellang. Hoden aus 20 und mehr Läppchen bestehend, buchtet die ventrale Körperwand stark bruchsackartig vor. Männlich vorreif. Hoden relativ spät reifend.

2. *P. atlanticum* Peron var. *levatum* Seeliger.

Hierzu Taf. XLII, Fig. 4—6.

P. atlanticum Huxley, 1851, S. 580, Pl. XVII.
P. atlanticum var. *levatum* Seeliger, 1895, S. 58, Taf. III, Fig. 9—13, Taf. IV, Fig. 5.
P. giganteum Lesueur var. *atlanticum* Peron, Krüger, 1912, S. 5 ff.

Diagnose: Länge der Kolonie bis 26 cm, kegel- oder walzenförmig. **Mantel glatt, ohne jegliche Fortsätze,** im Umkreise der Ingestionsöffnung rings herum gleich hoch und trichterförmig eingesenkt. Körper prismatisch, langgestreckt, bis 5 mm lang, Präbranchialzone sehr kurz, Schlundrohr fehlt, Circumoralfeld nicht geneigt. Endostyl (ebenso wie die Rückenfläche) in der Jugend schwach und gleichmäßig gekrümmt, im Alter geradegestreckt, stabförmig. Kiemenspaltenfeld in der Jugend elliptisch-rundlich, im Alter prismatisch. Kiemenspalten bis 45, Längsfalten bis 16, Rückenzapfen 9; Cloake von mittlerer Länge. Hoden buchtet die ventrale Körperwand stark bruchsackartig vor, aus 12—15 Läppchen bestehend. Männlich vorreif.

Wie schon erwähnt, halte ich den von Huxley (1851) als *P. atlanticum* beschriebenen 25 cm langen Stock für ein *P. atlanticum* var. *levatum*. Pl. XVII, Fig. 1 zeichnet er ein altes Ascidiozooid in wundervoller Klarheit mit denjenigen Merkmalen, welche ich vorhin als charakteristisch für diese Varietät angab. Im Text (1851, S. 581) lesen wir dazu: „The outer surface of the cylinder was covered with a multitude of small projections." Gemeint können nach der Zeichnung nur die trichterförmigen Erhebungen des Mantels um die Ingestionsöffnung sein. Daß diese Varietät sich mit Seeliger's (1895) *P. atlanticum* var. *levatum* deckt, wurde gleichfalls ausgeführt.

Von der Art mit den eben gekennzeichneten Merkmalen wurde von der „Valdivia" unter anderen auf Station 74 ein größerer Schwarm von 65 kleinen Stöckchen von 5—12 mm Länge bei 5—6 mm Breite durch einen Vertikalzug in 3000 m Tiefe erbeutet. Sie sind zum Teil in Flemming'scher Flüssigkeit, zum Teil in Sublimat und Alkohol konserviert und prachtvoll erhalten. Die längsten bestehen aus etwa 7—8 älteren, sehr dicht aber regelmäßig gelagerten Etagen oder Ringen, zwischen denen bereits 2—3 jüngere unregelmäßigere durch nachfolgende Wanderknospen (vergl. oben S. 300) gebildet sind. Auch die Lagerung der (im Vergleiche zu gleich langen Stöcken von var. *giganteum*) kleinen Ascidiozooide ist sehr dicht. Die Ringe sind nicht 8-gliedrig, sondern es liegen bis 13 Ascidiozooide in einer Etage.

Charakteristisch für diese Art scheint die reiche Pigmentierung zu sein, wie sie in dieser Ausdehnung und Dichte noch bei keiner anderen Form bisher beobachtet worden ist. Nicht nur die gesamte ventrale Körperwand, von der Cloake an, erscheint mit äußerst fein sternförmig verästelten Pigmentzellen von intensiv karminroter Farbe besetzt (Taf. XLII, Fig. 4 u. 6), sondern auch um die Ingestionsöffnung liegt ein Kränzchen solcher Pigmentzellen (Taf. XLII, Fig. 5), wie ich es vereinzelt auch bei *P. aherniosum* beobachtete, und endlich zieht sich die Pigmentierung von da zwischen den beiden Kiemenlamellen median bis zum Ganglion hinauf und setzt sich über dieses hinaus auf die Rückenseite fort (Taf. XLII, Fig. 4, 5). Merkwürdigerweise sind die an der Spitze der Kolonie gelegenen 4 Primärascidiozooide am stärksten pigmentiert. Die Ascidiozooide der folgenden Reihen erscheinen um so ärmer mit Pigmentzellen ausgestattet, je weiter die Reihe von der Spitze absteht.

Das Material enthält eine ganze Reihe „Viererkolonien", die sich ebenfalls durch diese charakteristische Pigmentierung auszeichnen. Es darf wohl als sicher angenommen werden, daß diese auch zu *P. atlanticum* var. *levatum* gehören (siehe darüber Genaueres S. 407 ff.).

e) *Pyrosoma triangulum* n. sp.

Hierzu Taf. XLIII, Fig. 2 und 9.

Pyrosoma triangulum wurde von der „Valdivia“ in einem 8 cm langen, dünn-walzenförmigen Stöckchen auf Station 263 mit dem Trawl in 823 m Tiefe nahe unter der Küste von Somaliland erbeutet.

Die Manteloberfläche erscheint nicht glatt, der Stockkörper wird vielmehr von einzelnen mittellangen Schlundrohren mit kurzem dorsalen Fortsatz überragt, so daß man auf den ersten Blick die Kolonie für *P. atlanticum* var. *giganteum* halten möchte.

Allein die Körperform der Ascidiozooide ist, und zwar auch schon bei den jungen Einzeltieren (Taf. XLIII, Fig. 9), so charakteristisch, daß ich nicht zweifle, es handle sich um eine selbständige, aber *P. atlanticum* var. *giganteum* nahestehende Art.

Die hochgewölbte vordere Stirnfläche und die ebenso stark hervortretende vordere Ventralfäche habe ich bei var. *giganteum* nie beobachtet. Auch nicht den so stark nach hinten aufsteigenden und im vorderen Teile, besonders bei jungen Tieren, scharf gekrümmten Endostyl. Dadurch nimmt einmal der Kiemenkorb die eigentümlich abgerundet-dreieckige, an *Anchinia* erinnernde Form an, die aus denselben Gründen ähnlich nur bei *P. Agassizi* und *P. verticillatum* wiederkehrt. Die Dorsoventralachse des Kiemenkorbes ist darum stets länger als die horizontale. Und sodann erscheinen infolgedessen Darmtraktus, Hoden und Cloake sehr hoch hinaufgerückt. Eine Verbindungslinie von der Ingestions- zur Cloacalöffnung zieht daher oberhalb der Mitte. Diese Lagebeziehungen lassen auch, wie bemerkt, sämtliche jüngere Tiere bereits erkennen (Taf. XLIII, Fig. 9). Das dicke, schräg aufwärts gerichtete Schlundrohr hält in Bezug auf seine Länge die Mitte zwischen dem von *P. atlanticum* var. *levatum* und var. *giganteum*. Wie bei der letzteren Form ist das Circumoralfeld ventralwärts geneigt und mit dorsal gerichtetem, aber nur sehr kurzem, nicht hervortretenden lanzettlichen Mantelfortsatz ausgestattet. Den jüngeren Tieren fehlt der dorsal gerichtete Mantelfortsatz, ihr Schlundrohr erscheint kurz und breit abgestutzt. Die Cloake will mir umfangreicher erscheinen, als bei gleich großen Tieren von *P. atlanticum* var. *levatum* und var. *giganteum*. Der Darmtraktus ist relativ zart entwickelt, der Oesophagus auffällig kurz. Die übrigen Merkmale seien in folgendem kurz mitgenannt.

Diagnose: Länge der Kolonie 8 cm. Walzenförmig. Mantel mit kurzen lanzettlichen Fortsätzen an der Dorsalseite der Ingestionsöffnung. Körper abgerundet-dreieckig, mit stark gewölbter Rücken- und Bauchseite, 6 mm lang; Schlundrohr mäßig lang, breit, ein Viertel der Körperlänge ausmachend. Circumoralfeld nur mäßig ventral geneigt. Endostyl distalwärts stark aufsteigend. Kiemenspaltenfeld abgerundet, elliptisch-dreieckig. Kiemenspalten bis 27, Längsfalten meist 14, Rückenzapfen 8. Cloake umfangreich. Hoden aus etwa 15 Läppchen bestehend, buchtet die hintere ventrale Leibeswand bruchsackartig vor, reift vor dem Ei; Stock also protandrisch.

f) Anhang.

Die kleinsten, ein- und zweireihigen Kolonien.

Dank der vorzüglichen Konservierung des Pyrosomenmaterials war es mir möglich, alle Kolonien bis herab zu den drei- und vierreihigen sicher zu bestimmen. Noch kleinere Stöckchen, „Viererkolonien“ und die erst aus zwei, zum Teil noch unvollständigen Etagen bestehenden Kolonien einzureihen, ist bisher nicht gelungen. Es erhebt sich die Frage, ob die Bestimmung der kleinsten Stöckchen überhaupt unmöglich ist (wie es z. B. für die alten *Doliolum*-Ammen zutrifft), weil noch keine Artmerkmale an den jungen Ascidiozooiden ausgeprägt sind, oder ob bislang die Unterscheidung nur deshalb nicht gelang, weil die offenbar sehr wenig hervortretenden Artmerkmale nicht erkannt wurden. Meine Beobachtungen lassen mich das letztere annehmen.

Das sicherste Mittel zur Bestimmung der kleinen Kolonien wäre natürlich die Züchtung; sie dürfte aber, wenn überhaupt, wohl sehr schwer gelingen und würde sich zunächst wohl auch immer nur auf leichter zu erlangende Arten beschränken müssen. Dem Bearbeiter konservierten Materials bietet sich meines Erachtens nur eine Möglichkeit zur Erkennung, wenn eine nahezu lückenlose Reihe von solchen Anfangsstadien der Stockbildung einer Art bis zur sicher erkennbaren Kolonie vorliegt.

Dieser Fall findet sich im Pyrosomenmaterial der Deutschen Tiefsee-Expedition mehrfach verwirklicht. So wurden z. B. auf Station 223 65 kleine Stöckchen, vom „Vierer“ bis zur dreireihigen Kolonie gefischt, die zweifellos zwei Arten, und zwar *P. atlanticum* und *verticillatum* zugehören. Neben den 15 sicher erkennbaren $^1/_2$—2 cm langen Stöcken von *P. verticillatum* aus diesem Fange finden sich etwa ebenso viel (16) kleinste Kolonien von 1—3 Etagen mit übereinstimmenden, ganz charakteristischen Merkmalen, welche diese Stöckchen nicht nur als zu einer Art gehörig erscheinen lassen, sondern auch mit den großen Kolonien von *P. verticillatum* verbinden. Wenn dann von anderen Stationen nur solche kleinste, bisher unbestimmbare Kolonien vorliegen, so muß es doch möglich sein, mit ziemlicher Sicherheit die Artzugehörigkeit dieser festzustellen und davon andere mit anderen Merkmalen zu unterscheiden.

Die genaue vergleichende Durchmusterung der 150 kleinsten, ein- bis zweireihigen Pyrosomenstöckchen aus dem „Valdivia“-Material hat mir zunächst folgende allgemeine Ergebnisse geliefert:

Nach der Oberflächenbeschaffenheit des Mantels kann man die Viererkolonien unterscheiden in solche mit völlig glatter Oberfläche, sie sind sehr selten, ferner in solche, bei denen die Manteloberfläche in unregelmäßig polygonale (fünf- und sechseckige) Flächen gefeldert erscheint, welche mit scharfen, jedoch nicht besonders hervortretenden Kanten aneinander stoßen; diese Sorte macht unter den mir vorliegenden Stöckchen die Hauptmasse aus. Endlich finden sich zahlreiche Viererkolonien, deren Oberfläche mit Mantelfortsätzen besetzt ist, die meist kurz und scharfspitzig-dornig sind, in einzelnen Fällen aber auch dreikantige, stumpfe Stacheln von gewaltiger Länge darstellen (vgl. Taf. XLIV, Fig. 5, 6 u. 10).

Hinsichtlich der Entstehungszeit der Mantelfortsätze sei bemerkt, daß sie erst nach der Geburt, und zwar wohl recht rasch sich bilden mögen; denn die größten Viererkolonien,

wie man sie ja zu Hunderten aus einem alten Stocke isolieren kann, besitzen stets eine glatte Oberfläche. Hinsichtlich des Persistierens verhalten sich die Arten offenbar verschieden. Bei *P. aherniosum* trifft man an der Spitze drei- und vierreihiger Kolonien noch dreikantige, spitze Dornen, wie sie z. B. Seeliger (1895) Taf. IV, Fig. 8 an einem dreireihigen Stocke zeichnet. Auch drei- bis vierreihige Kolonien von *P. verticillatum* besitzen an der Spitze noch eine deutlich erkennbare polygonale Mantelfelderung.

Es wäre nun sicher gewagt, allein nach der Beschaffenheit der Mantelfortsätze die Kolonien einreihen zu wollen, aber ein brauchbares Merkmal stellen sie in Verbindung mit anderen Merkmalen sicher dar.

Was die Form der jungen Ascidiozooide in den ein- bis zweireihigen Kolonien anlangt, so ergeben sich zwei Typen. In gewissen Kolonien, wo eine 2. Etage zum Teil oder ganz angelegt ist, fallen die 4 Primärascidiozooide durch ihre Höhe und Schmalheit auf, sie sind oft über das Doppelte so hoch als breit, infolgedessen sind auch die Kolonien selbst lang und dünn (Taf. XLIV, Fig. 3). In anderen Stöckchen erscheinen die älteren Ascidiozooide rundlich, meist länger als hoch. Die Stöckchen sind daher selbst auch (bei 2 Etagen) nahezu kugelig. Die Ascidiozooide des ersten Typus besitzen ein gerade gestelltes, die des zweiten ein ventral geneigtes Mundfeld und einen relativ tiefen Manteltrichter um dasselbe, der bei den ersteren fehlt.

Schließlich gewährt auch die Entwickelung der Geschlechtsorgane Unterscheidungsmöglichkeiten. Bei den jungen Primärascidiozooiden gewisser ein- bis zweireihiger Kolonien kann man bei Betrachtung mit der binokulären Lupe (bei 16—20-facher Vergrößerung) deutlich Hoden und Ovar als zwei winzige Zellgruppen erkennen, bei anderen wieder absolut nicht; erst bei Aufhellung und Untersuchung mit stärkeren Vergrößerungen lassen sich die viel weniger entwickelten Zellgruppen auffinden.

Hält man alle diese Thatsachen zusammen und vergleicht hierauf die entsprechenden Merkmale ausgewachsener Ascidiozooide, so gelangt man zu folgenden Einzelergebnissen über die Beschaffenheit der jüngsten Kolonien verschiedener Arten.

P. verticillatum: Die Viererkolonien haben einen polygonal gefelderten Mantel mit scharfen Kanten, aber ohne Stacheln. Kolonien von 1 und 1½ Reihen (d. h. solche, bei denen die zweite Reihe erst aus 4 anstatt aus 8 Individuen besteht) und 2 vollständigen Reihen sind bis 4 mm lang und dünn. Die Oberfläche zeigt keinerlei Erhebungen, die Spitze des Stöckchens ist noch deutlich polygonal gefeldert. Die 4 Primärascidiozooide sind über das Doppelte höher als breit, das Oralfeld steht gerade, der Manteltrichter um dasselbe ist noch nicht ausgebildet. Die Ascidiozooide der 2. Etage sind im Vergleich zu den 4 Primärascidiozooiden sehr klein (Gegensatz zu *P. atlanticum* var. *levatum* und *giganteum, aherniosum*), kaum ¼mal so hoch (Taf. XLIV, Fig. 3). Die dreireihigen Stöckchen sind schon mehr eiförmig und sofort daran zu erkennen, daß die 3. Etage, wenn vollständig, nie nur 8, wie bei anderen Arten, sondern meist 11 oder 12 Individuen aufweist. Die Ascidiozooide lassen die Geschlechtsorgane als kleine Zellgruppen (mit der binokulären Lupe) erkennen, und zwar sind bei zweireihigen Stöckchen die Geschlechtsdrüsen der zweiten Reihe entwickelter als bei den Primärascidiozooiden.

P. atlanticum var. *levatum:* Die Viererkolonien sind fast glatt, die Felderung ist verschwindend. Die Ascidiozooide sind so breit als hoch, mit verschmälertem kurzen Schlund-

rohr, das Oralfeld ist sehr wenig geneigt, der Manteltrichter bereits ausgebildet. Zweireihige Kolonien erscheinen ganz glatt. Die Ascidiozooide der zweiten Reihe sind hinsichtlich der Größe weniger von den Primärascidiozooiden verschieden als bei *P. verticillatum*. Die zweite Reihe steht dicht über der ersten. Das Haupterkennungsmittel aber dürfte die mehr oder weniger dichte Pigmentierung an der Ventralseite der Primärascidiozooide sein, die keine andere Species aufweist.

P. atlanticum var. *giganteum* und *aherniosum* sind in den jüngsten Stadien der Stockbildung einander sehr ähnlich. Die Viererkolonien beider besitzen mehr oder weniger lange, dreikantige Mantelfortsätze, die den Stöckchen ein außerordentlich stacheliges Aussehen verleihen (Taf. XLIV, Fig. 5 u. 10). Sie scheinen bei den Kolonien von var. *giganteum* im allgemeinen länger, kräftiger und zahlreicher zu sein als bei *P. aherniosum*; jedenfalls liegen mir Viererkolonien vor, die unzweifelhaft zu *P. aherniosum* gehören und größere Manteldornen nur im Umkreise des Diaphragmas zeigen, im übrigen aber ziemlich glatt, nur an der Spitze deutlich gefeldert sind. Schon Seeliger (1895, S. 66, Taf. IV, Fig. 9 und 11) vermutete in den besonders dornigen Viererkolonien aus dem Material der Plankton-Expedition solche von *P. aherniosum* oder auch *P. atlanticum*. Es ist wahrscheinlich, daß sich unter ihnen auch Stöckchen von var. *giganteum*, aber kaum von *P. atlanticum* var. *levatum* gefunden haben. Bei beiden Arten erhalten sich auch die Dornen relativ lange, drei- bis vierreihige Stöcke von 5 bis 6 mm Länge können noch auf der gesamten Oberfläche mit ihnen besetzt erscheinen. Die Ascidiozooide sind bei beiden nicht nur lockerer angeordnet, weiter voneinander abstehend als bei *P. verticillatum* und *atlanticum* var. *levatum*, sondern auch größer, und der Querabstand des Kiemendarmes von Kieme zu Kieme ist größer als bei den anderen Formen, besonders gegenüber *P. verticillatum*. Der Ascidiozooidenleib erscheint daher bereits in der frühesten Jugend bei Aufsicht von vorn fast kugelig (nicht prismatisch verengt, wie später und bei *P. verticillatum*). Charakteristisch ist für beide Arten ferner das bereits in der Viererkolonie verlängerte Schlundrohr, an dem die Dorsalseite (bei seitlicher Betrachtung) in einer schönen F-Linie herabzieht, und welches dem Körper eine proximalwärts zugespitzte Form verleiht, die die Ascidiozooide auch später noch auszeichnet. Infolgedessen erscheint auch der Körper von der Seite länger als hoch, die Mundöffnung außerordentlich weit geöffnet, das Oralfeld bereits stark ventral geneigt und von einem relativ sehr tiefen Manteltrichter umwallt. Schon die jüngsten Primärascidiozooide zeigen auf den Peribranchialwänden die charakteristischen Flecke (S. 403).

Bei *P. aherniosum* wird nun die zweite Etage so dicht über der ersten angelegt wie bei keiner anderen Form, d. h. die Wanderknospen erster Ordnung treten so weit in den Zwischenraum zwischen die Muttertiere hinein, daß die zweireihige Kolonie völlig kugelig wird (im Gegensatz besonders zu *P. verticillatum* mit der hohen schlanken Form). Die Länge beträgt darum auch fast 1 mm weniger (3 mm), als bei einer zweireihigen Kolonie von *P. verticillatum*.

Was nun die ein- und zweireihigen Kolonien von *P. aherniosum* und *P. atlanticum* var. *giganteum* unterscheidet, ist die Entwickelung der Geschlechtsorgane. Bei *P. aherniosum* sind Ei und Hoden in den Primärascidiozooiden einer Viererkolonie schon so weit entwickelt wie bei keiner anderen Art, auch nicht bei *P. verticillatum*. Man erkennt z. B. oft im birnförmigen Ovar deutlich den Eikern mit der binokulären Lupe (bei 16-facher Vergrößerung),

der Hoden bildet ein deutliches Träubchen. Bei var. *giganteum* ist dagegen in gleichaltrigen Stöcken davon nichts zu erkennen.

Weiterhin prägt sich ja in drei- und vierreihigen Stöcken (von 5—6 mm Länge) besonders der Artcharakter von *P. aherniosum* in dem gleich starken, walzigen und gewaltig über die Stockoberfläche tretenden Schlundrohr so scharf aus, daß eine Verwechselung auch aus diesem Grunde nicht mehr möglich ist. Die dreireihigen Stöcke von *P. atlanticum* var. *giganteum* lassen sich von den gleich großen von der Varietät *levatum* leicht durch deren lockere Verteilung, die Größe und zugespitzte Form der Ascidiozooide von der ersteren Art unterscheiden (vergl. oben S. 399 ff.). Von *P. Agassizi, spinosum* und *operculatum* kenne ich keine kleinsten Kolonien. Solche von *P. triangulum* dürften sich vorerst von *P. giganteum* nicht unterscheiden lassen.

g) Bestimmungstabelle[1]).

Pyrosomata fixata. Knospen nicht wandernd. Dornige Mantelfortsätze ventral vor der Ingestionsöffnung. Cloacalmuskel über dem Peribranchialraum gelegen.

1. Körper (jüngerer Tiere)[2]) elliptisch, höher als lang; Cloake sehr kurz und weit geöffnet. *P. Agassizi* Ritter und Byxbee.
2. Körper langgestreckt; birn- bis keulenförmig, Cloake sehr lang, zum Teil ventral geöffnet . . . . . *P. spinosum* Herdman.

Pyrosomata ambulata. Knospen mittels Phorocyten wandernd. Mantelfortsätze fehlend oder dorsal vor der Ingestionsöffnung. Cloakenmuskel über der Cloake gelegen.

I. Mantel glatt, ohne Fortsätze.

A. Schlundrohre kurz, nicht über den Stockkörper hervorragend. Mantel um die Ingestionsöffnung mehr oder weniger trichterförmig eingesenkt.

3. Körper rund, meist höher als lang, Cloake sehr kurz und sehr weit geöffnet. Hoden die Hinterwand kaum hervorbuchtend. Ei reift vor dem Hoden. *P. verticillatum* Neumann.
4. Körper langgestreckt, prismatisch, Cloake fast die Hälfte des übrigen Körpers. Hoden die Ventralwand bruchsackartig hervorbuchtend. Hoden reift vor dem Ei. *P. atlanticum* Peron var. *levatum* Seeliger.
5. Körper langgestreckt, spatelförmig. Cloake fast so lang wie der übrige Körper, nach der Dorsalseite zu geöffnet (gleichsam mit einer kapuzenförmigen, in die Stockhöhle hineinragenden Klappe überdeckt). Hoden die Ventralwand bruchsackartig hervorbuchtend. Ei reift vor dem Hoden . . . . . *P. operculatum* Neumann.

B. Schlundrohre lang, über den Stockkörper hervorragend. Mantel die Ingestionsöffnung kraterartig umwallend.

6. Körper langgestreckt, Schlundrohr fast so lang wie der übrige Körper, Cloake kurz. Hoden die Ventralwand nicht hervorbuchtend. Ei reift vor dem Hoden. *P. aherniosum* Seeliger.

II. Mantel mit dorsal vor der Ingestionsöffnung stehenden, meist lanzettlichen Fortsätzen. Schlundrohre über den Stockkörper hervorragend. Hoden die Ventralwand bruchsackartig hervorbuchtend, reift vor dem Ei.

1) *P. minimum* Seeliger (1895, S. 63, Taf. IV, Fig. 1 und 3) ist nicht aufgenommen. 2) Vgl. S. 387 ff.

7. Körper (ohne Schlundrohr) abgerundet-dreieckig, stark nach hinten-oben verschmälert, Schlundrohr mittellang . . . . . *P. triangulum* NEUMANN.
8. Körper langgestreckt, spindelförmig. Schlundrohr kann die Länge des übrigen Körpers übertreffen . . . . . *P. atlanticum* PERON var. *giganteum* LESUEUR.

III. Faunistischer Teil.

1. Die horizontale Verbreitung der Pyrosomen.

Die Deutsche Tiefsee-Expedition hat, wie der systematische Teil gezeigt haben dürfte, hinsichtlich der Anzahl der erbeuteten Pyrosomenarten ein überaus günstiges Resultat erzielt. Der folgende Abschnitt wird dasselbe auch bezüglich der Verbreitung der Pyrosomenformen darthun.

Aus dem Atlantik waren bisher 4 Formen, nämlich *P. spinosum, aherniosum, atlanticum* und *giganteum* bekannt. Die „Valdivia" konnte hier bis auf *P. spinosum* alle wiederfinden.

Aus dem Indischen Ocean waren, soweit mir die Litteratur bekannt ist, bis zur Heimkehr der Deutschen Tiefsee-Expedition Pyrosomen nicht namhaft gemacht worden. Es wurde in diesen unerforschten Gebieten ein Formenreichtum an Pyrosomen nachgewiesen, der, wenigstens nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis, offenbar den des Atlantik und Pacifik übertrifft. Die „Valdivia" erbeutete hier nicht weniger als 8 Arten, nämlich alle 4 aus dem Atlantik bekannten Species und dazu noch 4 neue Arten, nämlich *P. Agassizi, verticillatum, operculatum* und *triangulum.*

P. Agassizi RITTER und BYXBEE.

P. Agassizi wurde von der Deutschen Tiefsee-Expedition zum ersten Male auf Station 182, im Südäquatorialstrom nördlich der Cocosinseln, also im Indischen Ocean erbeutet. Von da ab gelangte es immer wieder, während der ganzen Fahrt durch den tropischen Indischen Ocean, im ganzen auf 14 Stationen (182, 194, 196, 203, 215, 217, 218, 226, 250, 251, 252, 255, 261, 263), in 25 Stöckchen in die Netze. Im Atlantik hat die „Valdivia" diese Art nicht aufgefunden. Daß sie aber auch hier recht verbreitet ist, haben die kürzlich veröffentlichten Ergebnisse des Fürsten VON MONACO (KRÜGER, 1912) gezeigt. In den Jahren 1885—1910 wurde *P. Agassizi* von ihm an 7 Stationen des nördlichen Atlantischen Oceans erbeutet. Vom „Albatross" wurde 1899 im tropischen Pacifik, in der Nähe der Marquesasinseln, ein Exemplar dieser neuen Art gefischt und von RITTER und BYXBEE (1906) als *P. Agassizi* beschrieben. Die Autoren fügen ihrem Berichte an, daß auch im Sommer 1902 in der Nähe von Hawaii, also ebenfalls im tropischen Pacifik, vom „Albatross" eine solche Kolonie gefangen wurde. Die „Siboga"-Expedition wies *P. Agassizi* gewissermaßen auf der Grenze zwischen dem tropischen Indik und Pacifik in der Nähe der Molukkeninsel Keram nach.

P. spinosum HERDMAN.

Diese mit *P. Agassizi* nahe verwandte Art wurde — wenn wir von den zweifelhaften „Talisman"-Exemplaren absehen — durch den „Challenger" für den Nord- (westlich der Azoren) und Südatlantik (nordwestlich Tristan da Gunha) nachgewiesen. Die Deutsche Tiefsee-Expedition konnte *P. spinosum* zwar im Atlantik nicht wiederfinden, stellte aber zum ersten Mal die Verbreitung dieser Art im tropischen Indischen Ocean (auf den Stationen 256, 257, 265) nahe der ostafrikanischen Küste fest. Etwa 10 Breitengrade nördlich von Station 265, an der Küste von Arabien, in der Nähe von Ras Merbad, beobachteten auch BONNIER und PEREZ am 3. März 1901 die riesenhaften Schwärme ihres gewaltigen *P. indicum,* worunter sicher *P. spinosum* HERDMAN zu verstehen ist (vgl. S. 381). Im Nordatlantik wurde *P. spinosum* (?)[1]) sogar an der Westküste von Irland (FARRAN 1906) und bei Cap St. Mary (Azoren, FARRAN 1909) nachgewiesen.

P. verticillatum NEUMANN.

Diese neue Form fand die „Valdivia" in zahlreichen Exemplaren, aber nur auf einer kurzen Fahrtstrecke im tropischen Indischen Ocean an insgesamt 9 Stationen (von Station 217—235), etwa von Ceylon bis zu den Seychellen.

P. atlanticum PERON var. *levatum* SEELIGER und var. *giganteum* LESUEUR[2]).

Beide nahe verwandte Formen sind bereits seit langem von zahlreichen Orten des Atlantik (PERON, QUOY und GAIMARD, BENEIT, MEYEN, HUXLEY, „Challenger"-, Plankton-Expedition) und des Pacifik (HUXLEY, "Challenger", RITTER und BYXBEE) bekannt. Die „Valdivia" erbeutete beide Varietäten nicht nur im Atlantik wieder, sondern wies sie auch für den Indischen Ocean nach (siehe Tabelle). Hervorzuheben sind vielleicht der Vertikalnetzfang von Station 74, aus dem Benquelastrom des Atlantischen Oceans, wobei 65 kleine, bis 12 mm lange Stöckchen der *levatum*-Form ins Netz gerieten, und ein ähnlicher Fall von Station 223, aus dem Indischen Ocean, wo insgesamt 65 ebenfalls nur kleine Stöckchen von der Varietät *levatum* und *P. verticillatum* gefangen wurden.

Was das Vorkommen im Mittelmeer anlangt, so steht fest, daß trotz aller Aufzählungen in der Litteratur (VOGT, KEFERSTEIN und EHLERS, BONNEVIE, JULIN) weder ein *P. elegans,* noch *P. atlanticum* var. *levatum* daselbst vorkommt, sondern nur die Varietät *giganteum,* und zwar in seiner besonders langschlundigen, gewissermaßen typischsten Form.

P. operculatum NEUMANN.

P. operculatum erbeutete die „Valdivia" in nur einem Exemplar auf Station 228 des tropischen Indischen Oceans.

1) Vgl. oben S. 380.

2) In den Tabellen und auf der Karte habe ich, um den älteren Autoren gerecht zu werden und um Verwirrung zu vermeiden, die alten Bezeichnungen *P. atlanticum* und *P. giganteum* für beide Varietäten angewendet.

P. aherniosum SEELIGER.

P. aherniosum wurde zuerst von der Plankton-Expedition an 11 Stationen des tropischen Atlantik, etwa zwischen dem 16. Grade nördl. und dem 5. südl. Breite aufgefunden. In denselben Gewässern, dem Guineastrom und dem Südäquatorialstrome, traf auch die „Valdivia“ diese Form wieder an. Noch nördlicher, auf dem 37.^{0} nördl. Breite, wurde die Art von ALBERT VON MONACO bei den Azoren 1904 erbeutet. Die Deutsche Tiefsee-Expedition stellte aber außerdem auch die Verbreitung von *P. aherniosum* im tropischen Indischen Ocean fest, und zwar wieder nur, wie bei *P. verticillatum,* in einem engen Gebiet, etwa von Ceylon bis zum Chagos-Archipel. Auf der Grenze zwischen dem Atlantischen und Indischen Ocean, auf Station 102 (bei Port Elisabeth), gelangten ebenfalls 2 Stöckchen von *P. aherniosum* ins Netz.

P. triangulum NEUMANN.

Nur ein Stock dieser Art wurde (auf Station 263), im Indischen Ocean, nahe unter der Küste von Somaliland, erbeutet.

Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die aus den einzelnen Meeresbecken bisher bekannt gewordenen Pyrosomen. Dabei bedeutet ein | eine aus dem betreffenden Meeresteile bereits vor der „Valdivia“-Expedition erbeutet gewesene Art; ferner ein + eine bekannte Art, die in dem betreffenden Meeresteile durch die Deutsche Tiefsee-Expedition zum ersten Male nachgewiesen wurde; o bedeutet von der „Valdivia“ erbeutete neue Form.

	Atlantischer Ocean	Indischer Ocean	Pacifischer Ocean
P. Agassizi	|	+	|
P. spinosum	|	+	.
P. verticillatam	.	o	.
P. operculatum	.	o	.
P. aherniosum	|	+	.
P. atlanticum	|	+	|
P. giganteum	|	+	|
P. triangulum	.	o	.
8	5	8	3

Die Zusammenstellung ergiebt, daß nach den Ergebnissen der „Valdivia“ der Indische Ocean die meisten Pyrosomenarten birgt, in ihm sind alle bisher bekannten Formen zu finden. Der Atlantische Ocean steht mit 5 sicheren Arten an zweiter Stelle; es fehlen ihm die von der „Valdivia“ im Indischen Ocean neu aufgefundenen Arten *verticillatum, operculatum* und *triangulum.* Aus dem Pacifik sind 3 Arten sicher bekannt. Wenn die von HERDMAN, 1888, S. 34 beschriebene und auf Taf. II, Fig. 8 abgebildete, mit *P. elegans* (?) bezeichnete kleine Kolonie *P. aherniosum* ist, wie SEELIGER und ich vermuten, wären es 4. In allen drei Oceanen kommen demnach sicher *P. Agassizi, P. giganteum* (die zugleich einzige Mittelmeerform), *P. atlanticum* und wahrscheinlich auch *P. aherniosum* vor. *P. spinosum* konnte bisher nur im Atlantik und Indik nachgewiesen werden. *P. verticillatum, operculatum* und *triangulum* erscheinen vorläufig auf den Indischen Ocean beschränkt.

Uebersicht (Verteilung, Einfluss der Temperatur).

Vergl. hierzu die Karte und die Tabelle S. 417.

Im Anschluß an die Mitteilung über die horizontale Verbreitung der einzelnen Arten sei nunmehr versucht, die Verteilung der Pyrosomen in den von der „Valdivia“ durchforschten Meeresteilen zu charakterisieren.

Während des ersten Teiles der Fahrt durch Nordsee und Nordatlantik wurden Pyrosomen nicht erbeutet, obschon an einzelnen, dem Reisewege der „Valdivia“ benachbarten Orten des Nordatlantik (Azoren, Cap Verden) von anderen Expeditionen („Challenger“, „Silver Belle“, [Farran 1909]), oder einzelnen Forschern (Huxley, Albert von Monaco) da und dort Pyrosomenstöcke angetroffen wurden. Erst mit der Annäherung an den Aequator gelangte auf Station 45 der erste Pyrosomenstock, und zwar *P. aherniosum*, aus dem warmen Wasser des Guineastromes bei einer Oberflächentemperatur von 25,1° in das Netz. Bei der Weiterfahrt wurde diese Art als einzige auch aus dem kühleren Wasser (Station 46 und 48, 23,6°) des Südäquatorialstromes und dann wieder aus dem südlichen Teile des Guineastromes (Station 54, 55, 65) gefischt. In denselben tropischen Meeresteilen, nur wenige Längengrade westlicher, war *P. aherniosum* gleichfalls Mitte September 1892 vom „National“ erbeutet worden.

Mit der Annäherung an den kühlen Benguelastrom verschwand *P. aherniosum*, welches bis dahin so geschlossen aufgetreten war, und wurde, aber nur über 2 Stationen (66 und 74), von *P. atlanticum* var. *levatum* abgelöst. Auf Station 74 gelangten bei nur 20,9° Oberflächentemperatur 65 kleine Stöckchen dieser Art ins Vertikalnetz. Wie *P. aherniosum*, so wurde nunmehr auch die Varietät *levatum* von der *giganteum*-Form abgelöst, welche längs des südlichen Teiles der westafrikanischen Küste bis zur Südspitze des Kontinents die einzige Art aus dem relativ kalten Wasser des Benguelastromes — mit 16,1° im Minimum, Station 86 — darstellte. In der wärmeren Agulhasströmung tauchte bei 21° auf Station 102, dem östlichsten Punkte der Route, plötzlich wieder *P. aherniosum* auf, nachdem es im ganzen Benguelastrom (über 33 Breitengrade) gefehlt hatte. Bei dem darauffolgenden Vorstoß nach Süden wurde auf Station 117, 37° 31′ südlicher Breite, als am weitesten südlich vordringende Form *P. giganteum* bei 16,9° Oberflächentemperatur festgestellt. Die Antarktis erwies sich frei von Pyrosomen.

Erst auf Station 182, im Indischen Ocean (nördlich der Cocosinseln), bei 10° 8′ südlicher Breite, also erst wieder in der tropischen Zone, wurde bei der wesentlich höheren Oberflächentemperatur von 27,6° das erste Stöckchen, und zwar von *P. Agassizi*, angetroffen. Diese Species blieb bei der Weiterfahrt an der Westküste Sumatras in dem sehr warmen Wasser des indischen Gegenstromes bei maximal 29,5° Oberflächentemperatur zunächst die einzige Art, bis sich im indischen Gegenstrom, von Station 215 ab, zuerst *P. aherniosum* und von Station 217 ab auch *P. verticillatum* ähnlich ständig und geschlossen zugesellten, wie wir es von *P. aherniosum* und *P. giganteum* schon im Atlantischen Ocean beobachteten. Während aber *P. Agassizi* auf der Weiterfahrt sehr bald von Station 226 ab bis Station 250 im ganzen indischen Gegenstrom nicht mehr beobachtet wurde, war die Fahrt von Ceylon bis zu den Amiranten geradezu charakterisiert durch das über 9 Stationen sich erstreckende kontinuierliche Auftreten von *P. verticillatum*, welches weder vorher beobachtet worden war, noch später wieder angetroffen wurde. Gewissermaßen auf halbem Wege, von Station 217—226, von Ceylon bis westlich Diego Garcia, wurde

diese Art von *P. aherniosum* wiederum geschlossen begleitet. Auch *P. aherniosum* wurde, soweit der Indische Ocean in Betracht kommt, weder vorher noch nachher beobachtet. Vereinzelt gelangte, so auf Station 217 und 218, neben den genannten Arten gleichzeitig auch *P. giganteum* zur Beobachtung, so daß an diesen beiden Orten 4 verschiedene Arten, die größte Zahl während der gesamten Fahrt, angetroffen wurden. Ueberhaupt wäre in diesen warmen tropischen Gewässern des indischen Nordäquatorial- und indischen Gegenstromes der größte Formenreichtum zu verzeichnen.

Auf Station 228, im indischen Gegenstrome, wurde auch zum ersten und einzigen Male *P. operculatum* n. sp. gefischt. Der letzte Teil der westlichen Fahrt (parallel mit dem Aequator), von den Amiranten bis Dar es Salam, war ausgezeichnet durch das zwar spärliche, aber wieder alleinige Auftreten der beiden Varietäten von *P. atlanticum, levatum* und *giganteum*. Endlich zeigt der indische Nordäquatorialstrom längs der ostafrikanischen Küste wiederum ein durchaus charakteristisches Gepräge. Nur 2 Arten, und zwar die beiden nahe verwandten Formen *P. Agassizi* und *spinosum*, beherrschen diese Küstenwässer und treten nebeneinander, aber jedenfalls unter sich kontinuierlich auf: *P. Agassizi* an 6, *P. spinosum* an 3 benachbarten Stationen. Nur auf Station 263 gesellte sich zu *P. Agassizi P. triangulum*, auf Station 265 zu *P. spinosum P. giganteum*.

Die eben geschilderte Verteilung der Arten läßt eins sofort klar erkennen, nämlich den gewaltigen Einfluß, welchen die Temperatur auf die geographische Verbreitung der Pyrosomen ausübt. Wenn auch diese Thatsache schon einwandfrei durch Seeliger (1895) für die Pyrosomen der Plankton-Expedition festgestellt wurde, so sei doch noch auf einzelne besonders lehrreiche Fälle über das Verhältnis von Temperatur und horizontaler Verbreitung aus dem „Valdivia"-Material hingewiesen.

Die Pyrosomen gehören zweifellos zu den Warmwasser-Planktonten, und ich glaube, so augenscheinlich ist diese Thatsache noch nicht illustriert worden, wie durch die Forschungsergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. Schon ein Blick auf die Karte zeigt, daß der Artenreichtum in einer schmalen tropischen Warmwasserzone, wenige Grade nördlich und südlich vom Aequator, am größten ist. Sämtliche von der „Valdivia" im Indischen Ocean erbeuteten Pyrosomen bewohnten die tropische Warmwasserzone zwischen 10^0 8′ südlicher (Station 182) und 7^0 1′ nördlicher Breite (Station 215). Die höchste Oberflächentemperatur betrug in diesem Gebiete $29{,}5^0$ (auf Station 196), die tiefste $26{,}1^0$ (auf Station 252). Für das tropische Gebiet des Atlantik liegen die Verhältnisse ganz ähnlich. Das erste Pyrosomenstöckchen wurde auf 2^0 56′ nördlicher Breite bei $25{,}1^0$ Oberflächentemperatur erbeutet, die Südgrenze der tropischen Zone würde hier auf Station 74 mit 11^0 28′ südlicher Breite erreicht sein. Die übrigen Funde aus dem Atlantik liegen in der subtropischen Zone zwischen dem 26^0 und 34^0 südlicher Breite. Das führt auf einen neuen Gesichtspunkt.

Höchst eigentümlich muß auf den ersten Blick das von der „Valdivia" konstatierte geschlossene, gruppenweise Auftreten einer Art, die Konzentration auf einen relativ eng begrenzten Meeresteil, erscheinen, nirgends sporadisches Durcheinander. So bewohnte *P. aherniosum* im Atlantik als einzige Art nur den warmen Südäquatorialstrom und Guineastrom. In dem noch wesentlich kühleren Benguelastrom wurde nur *P. giganteum* angetroffen; zwischen

Guinea- und Benguelastrom, im indifferenten kühlen Wasser, lebte nur die Varietät *levatum*. Im Indik treffen wir *P. Agassizi* kontinuierlich im Osten bis Diego Garcia und dann erst wieder westlich unter der ostafrikanischen Küste geschlossen an. *P. spinosum* wurde nur hier angetroffen. *P. aherniosum* zeigte sich nur von östlich Ceylon bis westlich Diego Garcia, *P. verticillatum* von Ceylon bis zu den Amiranten; nur die beiden Formen von *atlanticum* erschienen verstreuter. Allein das plötzlich isolierte Auftreten von *P. aherniosum* auf Station 102, an der Ostecke der Südspitze von Afrika, scheint einen Ausnahmefall darzustellen, ist aber in Wirklichkeit ein besonders typischer Fall, der gleich besprochen werden soll.

Es steht, wie daraus hervorgeht, außer Zweifel, daß unter den Pyrosomen nicht alle Arten gleichmäßig wärmeliebend sind, wie das von anderen Planktonformen auch bekannt geworden ist. Gewisse Arten sind ausgesprochene Warmwasserformen, andere können sich dem kühlen Wasser offenbar besser anpassen.

Zu den letzteren dürfte vor allem *P. giganteum* zu zählen sein. Es wurde im Atlantik von der „Valdivia“ nur im Kaltwasser des Benguelastromes bis zu einer niedrigsten Oberflächentemperatur von 16,1° (Station 86) gefunden. Eine andere Art wurde hier nicht erbeutet. Es fehlte aber sowohl bei der Hin- als auch bei der Rückfahrt um die Südspitze von Afrika im Flachwasser der Agulhasbank. Sucht man nach Gründen, so dürfte die noch niedrigere Durchschnittstemperatur mit minimal 14,3° Oberflächentemperatur verantwortlich zu machen sein. Auch die nahe verwandte *levatum*-Form von *P. atlanticum* zählt zu den Formen, welche in kälteres Wasser vorzudringen vermögen; denn auf Station 74 mit 20,9° Oberflächentemperatur brachte das Vertikalnetz aus 3000 m Tiefe 65 Stöckchen offenbar aus einer Ansammlung herauf. Die Thatsache, daß beide Formen, *P. giganteum* und *levatum*, im tropischen Indik verstreut bei wesentlich höherer Temperatur angetroffen wurden (maximal 27,9° Station 239), beweist weiter, daß wir beide immerhin nicht als ausgesprochene Kaltwasserformen ansprechen, ihnen vielmehr nur eine weitgehende Temperaturanpassungsfähigkeit zuschreiben dürfen.

Alle übrigen Arten dürften specifische Warmwasserformen sein. Dazu als Beispiel nur *P. aherniosum*. Es trat im Atlantik auf Station 45, 2° 56′ nördlicher Breite bei 25,1° Oberflächentemperatur erstmalig auf und verschwand im Atlantik mit der Annäherung an den kühlen Benguelastrom bei einer Oberflächentemperatur von 24,7° auf Station 65. Als aber nach der Durchfahrt durch das noch kühlere Flachwasser der Agulhasbank die „Valdivia“ auf Station 102 ganz unvermittelt in das heftig nach WSW. strömende Warmwasser des Indischen Oceans gelangte — der Temperatursprung von Station 101 (16,9°) auf 102 (21,0°) beträgt 4 volle Grade — da tauchte auch ebenso plötzlich wieder *P. aherniosum* auf, nachdem es im ganzen Benguelastrom und in dem noch kühleren Flachwasser der Agulhasbank, über 33 Breitengrade, gefehlt hatte.

Das geschlossene lokale Auftreten einzelner Arten *(P. aherniosum, verticillatum)* im Indischen Ocean läßt sich durch verschiedene Wassertemperaturen nicht erklären; denn die Oberflächentemperatur war auf der ganzen Fahrt, während welcher im Indischen Ocean Pyrosomen gefangen wurden, annähernd dieselbe, im Mittel etwa 27,5°. Wir werden, falls diese Verteilung nicht gar zufällig sein sollte, was allerdings nicht recht wahrscheinlich erscheint, an Strömungen, vielleicht auch an Küstennähe zu denken haben. In der letzteren Hinsicht sei auf die Verbreitung von *P. Agassizi* und *spinosum* hingewiesen.

Die dichteste Konzentration von *P. Agassizi* beobachtete man unter der ostafrikanischen Küste. Unter den 10 ostafrikanischen Stationen, auf denen Pyrosomen gefangen wurden, sind 6 mit *P. Agassizi* und 3 mit *spinosum*. An der Westküste Sumatras wurde überhaupt nur 3mal *P. Agassizi* gefischt. Außerdem fand man *P. spinosum* nicht mehr, *P. Agassizi* noch 5mal, aber immer nicht allzu entfernt von Inseln (vergl. die Karte).

Stromgebiet	Station	Position		Oberflächentemperatur ° C	Uhr	Tiefe in Metern	*P. Agassizi*	*P. spinosum*	*P. verticillatum*	*P. operculatum*	*P. atlanticum*	*P. aherniosum*	*P. giganteum*	*P. triangulum*	Anzahl der Stöcke
		Breite	Länge												
Guineastrom	45	2° 56′ N.	11° 40′ W.	25,1	5 a.	Tr. 4990	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Südäquatorialstrom	46	1° 27′ N.	10° 16′ W.	23,6	7 a.	V. 3000	.	.	.	.	.	+	.	.	1
	48	0° 9′ S.	8° 29′ W.	23,6	12 a.	quant. 0—70	.	.	.	.	.	+?	.	.	2
Guineastrom	54	1° 51′ N.	0° 31′ O.	25,0	6 a.	V. 2060?	.	.	.	.	.	+	.	.	4
	55	2° 36′ N.	3° 27′ O.	24,7	6 a.	V. 600	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Indifferentes Wasser	65a	1° 56′ S.	7° 40′ O.	24,7	8 a.	V. 2200	.	.	.	.	.	+	.	.	2
	66a	3° 55′ S.	7° 48′ O.	24,3	8 a.	V. 700	.	.	.	.	+	.	.	.	3
Benguelastrom	74	11° 28′ S.	10° 24′ O.	20,9	6 a.?	V. 3000	.	.	.	.	+	.	.	.	65
	85b	26° 49′ S.	5° 54′ O.	16,6	6 a.	V. 700	.	.	.	.	.	.	+	.	2
	85c	.	.	.	10 a.	V. 1000	.	.	.	.	.	.	+	.	1
	85d	.	.	.	.	V. 4000	.	.	.	.	.	.	+	.	4
	86	28° 28′ S.	6° 13′ O.	16,1	6 a.	V. 2000	.	.	.	.	.	.	+	.	1
	88	31° 0′ S.	8° 0′ O.	16,2	6 a.	V. 2000	.	.	.	.	.	.	+	.	4
	89	31° 21′ S.	9° 45′ O.	16,3	5 a.	V. 3000	.	.	.	.	.	.	+	.	12
	90	33° 20′ S.	15° 58′ O.	16,5	6 a.	V. 1000	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Im Agulhasstrom	102	34° 31′ S.	26° 0′ O.	21,0	6 a.	V. 1800	.	.	.	.	.	+	.	.	2
	117	37° 31′ S.	17° 1′ O.	16,9	5 a.	V. 2000	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Indischer Südäquatorialstrom	175	26° 3′ S.	93° 43′ O.	23,0	5 a.	V. 2200	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	182	10° 8′ S.	97° 14′ O.	27,6	6 a.	V. 2400	+(1)	.	.	.	.	.	.	.	4
Indischer Gegenstrom	194	0° 15′ N.	98° 8′ O.	28,3	9 a.	Tr. 614	+	.	.	.	.	.	.	.	1
	196	0° 27′ N.	98° 7′ O.	29,5	4 p.	Tr. 646	+	.	.	.	.	.	.	.	1
	203	1° 47′ N.	96° 58′ O.	27,7	8 a.	Tr. 660	+	.	.	.	.	.	.	.	6
Indischer Nordäquatorialstrom	215	7° 1′ N.	85° 56′ O.	26,4	6 a.	V. 2500	+(1)	.	.	.	.	+(2)	.	.	3
	217	4° 56′ N.	78° 15′ O.	27,0	6 a.	V. 2000	+(3)	.	+(13)	.	.	+(5)	+(9)	.	30
	218	2° 29′ N.	76° 47′ O.	27,2	3 p.	V. 2500	+(1)	.	+(16)	.	.	+(3)	+(1)	.	21
Indischer Gegenstrom	221	4° 5′ S.	73° 24′ O.	27,0	6 a.	V. 2000	.	.	+(5)	.	.	+(6)	.	.	11
	223	6° 19′ S.	73° 18′ O.	27,3	6 a.	V. 1900	.	.	+	.	+	.	.	.	65
	226	4° 5′ S.	70° 1′ O.	27,3	5 a.	V. 2000	+	.	+	.	.	+?	.	.	3
	228	2° 38′ S.	65° 59′ O.	27,7	5 a.	V. 2500	.	.	+	+	.	.	.	.	2
	232	3° 26′ S.	58° 34′ O.	27,1	10 a.	V. 1500	.	.	+	.	.	.	.	.	2
Korallenriffe in Port Victoria auf Mahé (Seychellen)	233	.	.	27,5—28,5	.	V. 1900	.	.	+	.	+?	.	.	.	10
	235	4° 34′ S.	53° 42′ O.	27,1	8 a.	V. 2000	.	.	+	.	+	.	.	.	2
	237	4° 45′ S.	48° 58′ O.	27,7	5 a.	V. 2000	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Ausläuf. d. Südäquatorialströmg.	239	5° 42′ S.	43° 36′ O.	27,9	5 a.	V. 2500	.	.	.	.	+	.	+	.	2
Indischer Nordäquatorialstrom	250	1° 47′ S.	41° 47′ O.	27,1	5 a.	Tr. 1668	+	.	.	.	.	.	.	.	1
	251	1° 40′ S.	41° 47′ O.	27,1	11 a.	Tr. 693	+	.	.	.	.	.	.	.	2
	252	0° 24′ S.	42° 49′ O.	26,1	5 a.	Tr. 1019	+	.	.	.	.	.	.	.	2
	254	0° 29′ S.	42° 47′ O.	26,7	1 p.	Tr. 977	.	.	.	.	+	.	+	.	2
	255	0° 25′ N.	43° 37′ O.	26,2	5 a.	V. 1000	+	.	.	.	.	.	+	.	2
	256	1° 49′ N.	45° 29′ O.	26,8	5 a.	Tr. 1134	.	+	.	.	.	.	.	.	1
	257	1° 48′ N.	45° 42′ O.	27,3	11 a.	Tr. 1644	.	+	.	.	.	.	.	.	1*)
	261	4° 36′ N.	48° 37′ O.	27,3	8 a.	Tr. 1213	+	.	.	.	.	.	.	.	3
	263	4° 41′ N.	48° 38′ O.	27,9	4 p.	Tr. 823	+	.	.	.	.	.	.	+	1
	265	6° 24′ N.	49° 31′ O.	27,7	9 a.	Tr. 628	.	+	.	.	.	.	+	.	2
Insgesamt	41	.	.	.	.	.	14	3	9	1	7	12	15	1	286
Im Atlantischen Ocean	15	.	.	.	.	.	—	—	—	—	2	7	8	—	107
Im Indischen Ocean	26	.	.	.	.	.	14	3	9	1	5	5	7	1	179

*) Ein gewaltiger Haufen großer Bruchstücke.

Die Vermutung, es handle sich bei *P. Agassizi* und *spinosum* vielleicht um Küstenformen, wird durch die Fundstellen dieser Arten von anderen Expeditionen gestützt. Der „Challenger" fand seine beiden Kolonien in der Nähe der Azoren, wo es auch Wolfenden (Farran 1909) fischte, und westlich Tristan da Cunha; die kleine zweifelhafte Kolonie Farrans (1906, siehe oben) wurde an der Westküste Irlands gefangen; der „Albatross" fischte *P. Agassizi* bei den Marquesasinseln und dann wieder bei Hawaii; endlich Bonnier und Perez beobachteten die Riesenschwärme der gewaltigen Kolonie ihres *P. indicum* = *P. spinosum* Herdman nahe an der Südküste Arabiens. Die 7 *P. Agassizi*-Fundstellen von den Reisen des Fürsten von Monaco, welche von Krüger (1912) auf der Karte eingetragen sind, liegen bis auf eine (zwischen dem Festlande von Spanien und den Azoren) gleichfalls in der Nähe von Festlandsküsten oder Inseln (Azoren, Madeira).

Die vorstehende Tabelle S. 417 enthält ein Verzeichnis derjenigen Stationen, auf welchen Pyrosomen gefischt wurden.

Wie die Zusammenfassung ergiebt, sind es 41 von 274 Stationen oder rund 15 Prozent. Die Pyrosomen waren enthalten in einem Planktonnetzfang, 28 Vertikal- und 13 Trawlfängen. Die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Arten in den Fängen, desgleichen die dabei beobachtete Individuenzahl läßt sich gleichfalls der Schlußsummierung entnehmen.

2. Die vertikale Verbreitung der Pyrosomen.

Die vertikale Verbreitung der Pyrosomen ist von der Plankton-Expedition durch viele sorgfältig ausgeführte Schließnetzfänge zuerst festgestellt worden. Das Ergebnis lautet (Seeliger 1895, S. 75), „daß in den großen oceanischen Tiefen die Pyrosomen fehlen", daß vielmehr ihr Hauptverbreitungsbezirk die Tiefen von der Oberfläche bis etwa 200 m sind.

Die von der Deutschen Tiefsee-Expedition unternommenen Vertikalnetzzüge, in denen sich Pyrosomen vorfanden, erstrecken sich auf die Tiefen von 600—4000 m; die meisten wurden bis zu 2000 und 2500 m Tiefe ausgeführt. Nur in einem Falle, auf Station 85, handelt es sich um Stufenfänge in 500, 700, 1000 und 4000 m Tiefe. Es enthielten die letzten 3 Züge Pyrosomen *(P. giganteum)*, und zwar der aus 700 m Tiefe eine 1,5 cm und eine 5 cm lange Kolonie, der aus 1000 m stammende ein $2\frac{1}{2}$ cm langes Stöckchen und der in 4000 m Tiefe geführte 4 Kolonien von $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ cm Länge und die größte überhaupt von der „Valdivia" erbeutete Kolonie von 26 cm Länge. Die 13 Trawlzüge, in welchen Pyrosomen enthalten waren, reichen von 614 (Station 194) bis 4990 m (Station 45).

Die zahlreichen Schließnetzfänge der Deutschen Tiefsee-Expedition enthielten keine Pyrosomen. Da bei weitem die größte Anzahl der Schließnetzzüge in größeren Tiefen unternommen wurde, so dürfte das Fehlen von Pyrosomen als Bestätigung der von der Plankton-Expedition über die vertikale Verbreitung gewonnenen Ergebnisse zu betrachten sein.

Litteraturverzeichnis.

1. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Bd. II, 1881.
2. Bennett, On the light emitted by a species of *Pyrosoma*. Proceedings of the Zool. Soc. of London, Part I, 1833, p. 79.
   — Paper upon marine Noctilucae. Ibid., Part V, 1837, p. 51. Ein Auszug erschien in: Isis von Oken, 1841, S. 918.
3. Bonnevie, K., On gemmation in *Distaplia magnilarva* and *Pyrosoma elegans*. The Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—1878, 1896.
4. Bonnier et Perez, Sur un nouveau Pyrosome gigantesque. Compt. rend. Paris, T. CXXXIV, 1902, p. 1238—1240.
5. Bory de St. Vincent, Voyage dans les quatre principales îles des mers d'Afrique fait pendant les annés 1801 et 1802, Paris 1804, T. I, p. 107, Atlas Fig. 2, Taf. VI.
6. Bronn, H. G., Die Klassen und Ordnungen der Weichtiere (Malacozoa). Bd. III, I, Leipzig u. Heidelberg, 1862.
7. Brooks, W. K., The genus *Salpa*. Memoirs from the Biol. Laborat. of the Johns Hopkins Univ., Vol. II, 1893.
   — *Dipleurosoma*, a new genus of *Pyrosoma*. Johns Hopkins Univ. Circulars, 1906, p. 98/99.
   — *Dipleurosoma*. Mem. nat. Acad. Sciences, Vol. X, p. 149—156, Washington 1906 (war nicht zu erlangen).
8. Bruchlos, H. F., Beiträge zur Stoloentwickelung der Salpen. Dissertation, Leipzig 1910.
9. Chun, Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. Biblioth. zool., 1888, Heft 1.
10. Claus, Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl., Bd. II, 1882.
11. Damas, Contribution à l'étude des Tuniciers. Arch. Biol., T. XX, 1904, p. 745—833.
12. Farran, G. P., On the distribution of the *Thaliacea* and *Pyrosoma* in Irish waters. Fish. Ireland, Sci. Invest., 1906, No. 1, p. 15/16.
   — *Pyrosoma spinosum*. Memoirs of the Challenger Society, No. 1, London, 1909, p. 221—224, Pl. VI u. VII.
13. Garstang, W., Outlines of a new classification of the Tunicata. Rep. Brit. Ass., 65. Meet., London 1895.
14. Gegenbaur, Grundriß der vergleichenden Anatomie. 1878.
15. Grobben, C., *Doliolum* und sein Generationswechsel. Arbeiten a. d. Zool. Institut d. Univ. Wien, Bd. IV, 1882, Heft 2.
16. Herdman, Report upon the Tunicata collected during the voyage of Challenger during the years 1873—1876. Part III. In: The voyage of Challenger, Vol. XXVII, 1888.
   — A revised classification of the Tunicata. Journ. Linn. Soc. London, Zoolog., Vol. XXIII, No. 148, 1891, p. 558—652.
17. Huxley, Observations upon the anatomy and physiology of *Salpa* and *Pyrosoma*. Philosph. Transact., 1851, p. 580.
   — On the anatomy and development of *Pyrosoma*. Transact. Linn. Soc., Vol. XXIII, 1860, p. 193.
18. Ihle, J. E. W., Die Thaliaceen (einschließlich Pyrosomen) der Siboga-Expedition. Siboga-Expedition, Bd. LVI d, S. 11—13, 1910.
19. Jaekel, O., Die Wirbeltiere, Berlin 1911, S. 22.
20. Joliet, Remarques sur l'anatomie du Pyrosome. Compt. rend., T. XCII, 1881.
   — Études anatomiques et embryogéniques sur le *Pyrosoma giganteum*, Paris 1888.
21. Johnson, M. E., A quantitative study of the development of the *Salpa chain* in *S. fusiformis*. Univ. Calif. Publ. Zool., Vol. VI, 1910, No. 7.

22. Julin, Ch., Recherches sur la phylogenèse des Tuniciers. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. LXXVI, 1904, S. 544—611.
— Les embryons de *Pyrosoma* sont phosphorescents. Compt. rend. Soc. Biol., T. LXVI, 1909, p. 80—82.
— Recherches sur le développement embryonnaire de *Pyrosoma giganteum*. Zool. Jahrb., Suppl. XV, Bd. II, 1912, S. 775—863, Taf. XXXVII—XLI.
23. Keferstein und Ehlers, Zoologische Beiträge, gesammelt im Winter 1859—1860 in Neapel und Messina. IV. Bemerkungen über die Anatomie von *Pyrosoma*, 1861, S. 72.
24. Korotneff, A., Knospung des Keimstockes bei den Salpen. Mitteil. d. Zool. Station Neapel, Bd. XI, 1894.
— Zur Embryologie von *Pyrosoma*. Ebenda, 17. Bd., 1905, Heft 3, S. 295—311, Taf. XVII—XIX.
25. Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte. Spezieller Teil, Heft 3, 1893.
26. Kowalevsky, Ueber die Entwickelungsgeschichte der *Pyrosoma*. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XI, 1875.
27. Krüger, P., Ueber einige Appendicularien und Pyrosomen des Mittelmeeres (Monaco). Bull. de l'Inst. Océanographique, No. 223, 1912, p. 1—6.
— Pyrosomes et Appendiculaires povenant des campagnes de l'Hirondelle et de la Princesse-Alice 1885—1910. Résultats campagnes scientifiques Albert I., T. XXXIX, 1912.
28. Lahille, Recherches sur les Tuniciers des côtes de France, Toulouse 1890.
29. Lesueur, Mémoire sur quelques nouvelles espèces d'animaux mollusques et radiaires recueillis dans la Méditerranée près de Nice. Nouv. Bull. d. Sciences d. l. Société Philom., T. III, p. 281, Fig. 2, Taf. V. Paris, Julin, 1813.
— Mémoire sur l'organisation des Pyrosomes et sur la place qu'ils semblent devoir occuper dans une classification naturelle. Ibid., Paris 1815, p. 70, Fig. 1—15, Taf. I.
30. Meyen, Ueber das Leuchten des Meeres. Acta Acad. Leopoldino-Carolinae, Vol. XVI, Suppl., 1834.
— Reise um die Erde. III. Zoolog. Bericht, S. 274 fg. Auszug in: Arch. f. Naturgesch., Bd. I, 1835, S. 310.
31. Milne-Edwards, La circulation du sang chez les Pyrosomes. Compt. rend., T. X, 1840, p. 284; Annal. d. Scienc. natur., 2. Sér., T. XII (Zool.), 1839, p. 375.
32. Moseley, Notes by a naturalist on the Challenger, London 1879, p. 574.
33. Neumann, *Doliolum*. Wissenschaftl. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition, Bd. XII, Lfg. 2.
— Mitteilung über eine neue Pyrosomenart der Deutschen Tiefsee-Expedition *(Pyrosoma operculatum)*. Zoolog. Anz., Bd. XXXIII, 1908, No. 21, S. 709—711.
— Mitteilung über eine neue Pyrosomenart der Deutschen Tiefsee-Expedition *(P. triangulum)*. Mitteilung über eine neue Pyrosomen- und *Doliolum*-Art der Deutschen Südpolar-Expedition. Ebenda, Bd. XXXIII, 1909, No. 24/25, S. 792—797.
— Mitteilung über eine neue Pyrosomenart der Deutschen Tiefsee-Expedition *(P. verticillatum)* nebst Bemerkungen über die Stockbildung und das Wandern der Knospen bei Pyrosomen. Ebenda, Bd. XXXIV, 1909, No. 20/21, S. 654—671.
— Ueber Bau und Entwickelung des Stolo prolifer der Pyrosomen. Ebenda, Bd. XXXXI, 1912, No. 1, S. 13—21.
— Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreichs, III, Suppl. II, 1909—1911, Lfg. 1—9.
34. Panceri, Gli organi luminosi e la luce dei pirosomi. Rendiconto dell'Accad. delle Scienze fis. e mat., Anno XI, p. 43—49, Napoli 1872.
— Gli organi luminosi e la luce dei pirosomi e delle foladi. Atti dell'Accad. delle Scienze fis. e matem., Vol. V, 1873.
35. Pavesi, Intorno alla circolazione del sangue nel *Pyrosoma*, studiata specialmente negli embrioni. Rendiconto dell'Accad. delle Scienze fis. e. matem., Anno XI, p. 25—33, Napoli 1872.
36. Péron, Mémoire sur le nouveau genre *Pyrosoma*. Annales du Muséum nat. d'Hist. natur., T. IV, 1804, p. 437.
— Voyage de découvertes aux terres Australes, pendant les années 1800—1804, Paris 1807—1810, T. I, Atlas, Fig. 1, 4, Taf. XXX; Fig. 3, Taf. XXXI.
37. Perrier, Les explorations sous-marins, Paris 1886, p. 229.
38. Quoy et Gaimard, in: Freycinet, Voyage autour du monde, fait par ordre du roi sur les corvettes l'Uranie et la Physicienne, pendant les années 1817—1820. Zoologie, Paris 1824, p. 514, Fig. 1, Taf. LXXV.
39. Ritter, W. E., The pelagic Tunicata of the San Diego region, excepting the Larvacea. Univ. of California Publ., Zoology, Vol. II, 1905.
40. Ritter and Byxbee, The pelagic Tunicata. Mem. of the Mus. of comparat. Zoology, Harvard College, Vol. XXVI, No. 5, p. 201—205, Taf. I und II, Cambridge 1905.

41. Ritter and Johnson, The growth and differentiation of the chain of *Cyclosalpa* affinis. Journ. of Morphol., Vol. XXII, 1911, No. 2.
42. Salensky, Beiträge zur Embryonalentwickelung der Pyrosomen. Zool. Jahrb., Bd. IV, S. 424—477, Bd. V, S. 1—98, 1892.
43. Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. II. Part., 1. Fasc., Paris 1816. II. Mém. Observations sur les Alcyons à deux oscules apparens, sur les Botrylles et sur les Pyrosomes. Lues le 1er mai 1815.
44. Schmidtlein, Vergleichende Uebersicht über das Erscheinen größerer pelagischer Tiere während der Jahre 1875—1877. Mitteil. d. Zoolog. Station Neapel, Bd. I, 1879.
— Vergleichende Uebersicht über das Erscheinen größerer pelagischer Tiere und Bemerkungen über Fortpflanzungsverhältnisse einiger Seetiere im Aquarium. Ibid., Bd. II, 1880, S. 164.
45. Seeliger, Die Entwickelungsgeschichte der sozialen Ascidien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. XVIII, 1885.
— Die Entstehung des Generationswechsels der Salpen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXII, 1888.
— Zur Entwickelungsgeschichte der Pyrosomen. Ibid., Bd. XXIII, 1889.
— Bemerkungen zu Herrn Prof. Salensky's „Beiträge zur Embryonalentwickelung der Pyrosomen". Zoolog. Anz., No. 385, 1892, S. 1—7.
— Ueber die erste Bildung des Zwitterapparates in den jungen Pyrosomenstöcken. Festschr. f. R. Leuckart, 1892.
— Die Pyrosomen der Plankton-Expedition. Ergebn. d. Plankton-Expedition, Bd. II, E. b., 1895.
— Referat. Zoolog. Zentralblatt, Bd. IV, 1906, S. 259 ff.
— Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches. III. Suppl.
46. Sigl, M. A., Die Thaliaceen und Pyrosomen des Mittelmeeres und der Adria. Gesammelt während der fünf Expeditionen S. M. Schiff „Pola" 1890—1894. Denkschr. d. mathem.-naturw. Klasse der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. LXXXVIII, 1912.
47. Stationen der Deutschen Tiefsee-Expedition, 1898—99, Leipzig 1899.
48. Uljanin, B., Die Arten der Gattung *Doliolum* im Golfe von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monogr. X, 1884.
49. Ussoff, Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Tunicaten. Mém. Soc. imp. des Natur. de Moscou, T. XVIII, 1876. (Russisch.)
50. Vogt, Ocean und Mittelmeer, Bd. II, 1848, S. 59—66.
— Zoologische Briefe. Naturgeschichte der lebenden und untergegangenen Tiere, Bd. 1, 1851, S. 267.
— Recherches sur les animaux inférieurs de la Mediterranée. II. Mém. Sur les Tuniciers nageants de la mer de Nice. Mém. de l'Inst. Genevois, T. II, 1854.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 293
Material und Methode 294
I. Entwickelungsgeschichtlicher Teil 295
1. Die Bildung des Pyrosomenstockes 295
a) Die gesetzmäßige Anordnung der Ascidiozooide im Pyrosomenstock 295
b) Die Entstehung der gesetzmäßigen Anordnung der Ascidiozooide im Pyrosomenstock . 296
c) Das Wandern der Knospen 305
2. Das Reifen der Geschlechtsdrüsen und die Beziehungen zwischen geschlechtlicher Vermehrung und Knospung 308
a) Hoden und Eireife 308
b) Knospungsreife und Geschlechtsreife 313
c) Vermehrung und Stockgröße 317
d) Geschlechtsreife und Alter des Einzeltieres 318
e) Knospungsreife und Alter des knospenden Tieres 319
f) Allgemeines über den Generationswechsel der Pyrosomen 320
3. Zur Knospung der Pyrosomen 323
a) Bau und Entwickelung des Stolo prolifer in den Pyrosomenknospen 323
Stolobildung bei *P. Agassizi* 325
Stolobildung bei *P. giganteum* 332
4. Zur Embryonalentwickelung 340
a) Die Entstehung des Stolo prolifer in den 4 Primärascidiozooiden 340
b) Das Pericardialrohr der Ascidiozooidenkette 351
c) Zur Entstehung des Nervensystems in den Primärascidiozooiden 353
d) Zur Cloacalöffnung des Cyathozooids 355
5. Zur Entstehung des Verdauungstraktus in den Ascidiozooiden 356
II. Systematischer Teil 360
Einleitung 360
Uebersicht über die Pyrosomenarten 361
1. Pyrosomata fixata 365
a) *P. Agassizi* 366
b) *P. spinosum* 380
2. Pyrosomata ambulata 390
a) *P. verticillatum* 390
b) *P. operculatum* 394
c) *P. aherniosum* 396
d) *P. atlanticum* var. *giganteum* und var. *levatum* 397
e) *P. triangulum* 406
f) Anhang: Die kleinsten, ein- und zweireihigen Kolonien 407
g) Bestimmungstabelle 410
III. Faunistischer Teil 411
1. Die horizontale Verbreitung der Pyrosomen 411
2. Die vertikale Verbreitung der Pyrosomen 418
Litteraturverzeichnis 419

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 4181

Tafel XXXIII.

(Tafel I.)

Tafelerklärung.

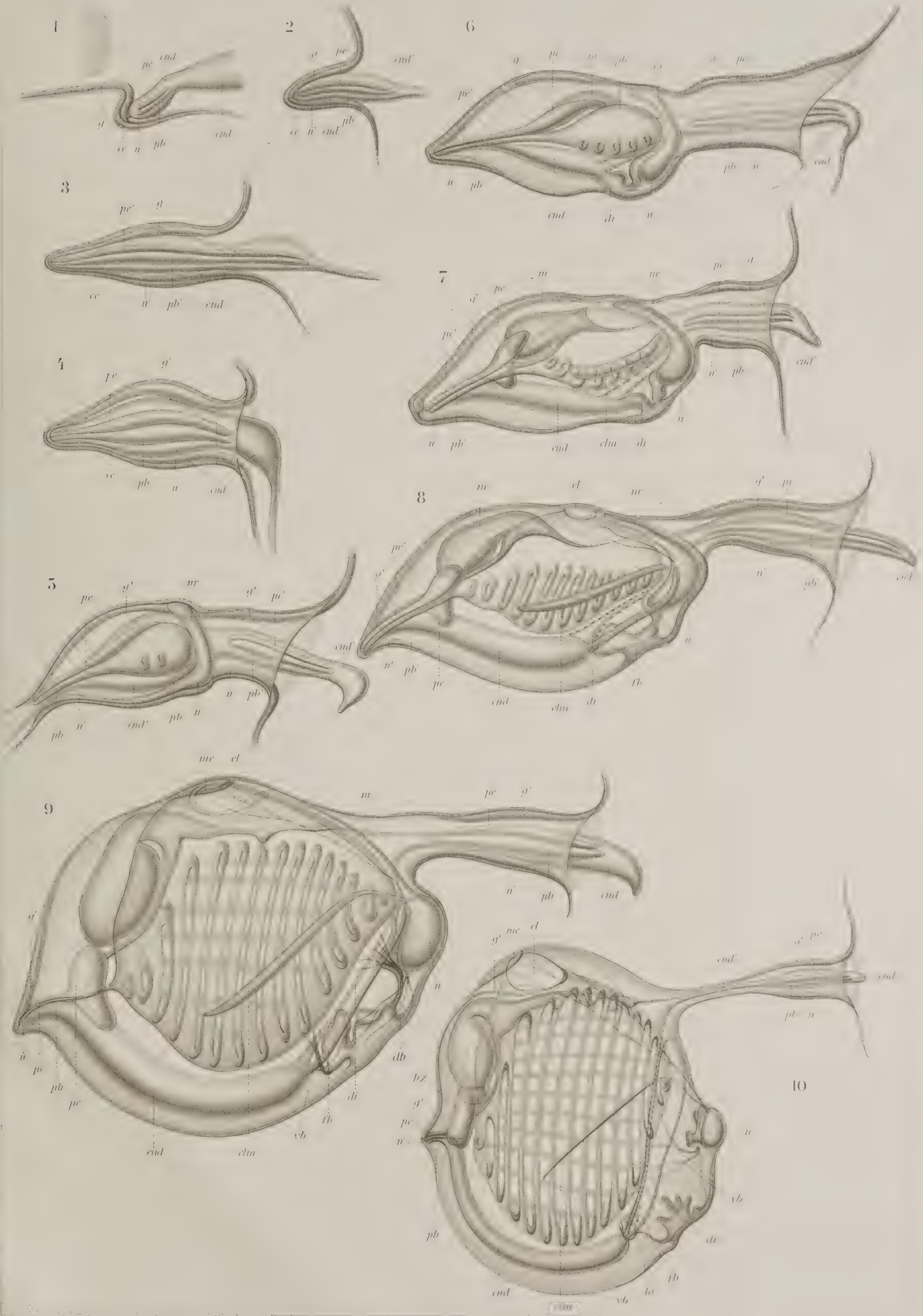
a After.
blo blutbildendes Organ.
bz Blutzellen.
c Cellulosemantel.
cl Cloake.
cle cloacale Einsenkung zwischen den Peribranchialöffnungen des Cyathozooids.
clm Cloakenmuskel.
clö Cloaken- oder Egestionsöffnung.
d Dotter.
db Dorsalmuskelbündel.
di Diapharyngealband.
dt Darmtraktus.
dz dorsaler zipfelförmiger Anhang der Cloake.
eb Eläoblast.
ec Ektoderm.
ed Enddarm.
ed' Enddarmanlage.
end Endostyl.
end' Endostylfortsatz, Entodermrohr des Stolos bezw. der Knospen.
endd' Anlage des Darmtraktus, SALENSKY's Darmschleifen.
en Entoderm.
f Follikel des Eies und Embryos.
fb Flimmerbogen.
fk medianer Flimmerstreifen oder Flimmerkamm an der hinteren Kiemendarmwand.
fl Längsflimmerbänder an den Seiten des Endostyls.
g' Geschlechtsstrang des Stolos bezw. der Knospe.
h Hoden.
hz Herz.
i Ingestionsöffnung.
it Intestinum.
kd Kiemendarm.
kr Mundkrause, halskrausenförmige Verdickung des Schlundepithels am Mundeingang.
ks Kiemenspalten.
l primäre Leibeshöhle.
lh Leibeshöhle.
lo Leuchtorgane.
m Magen.
m' Magenanlage.
md Mitteldarm.
me Muskel (Sphincter) der Egestionsöffnung.
mi Sphincter der Ingestions- oder Mundöffnung.
mes Mesodermzellen.
mf Mantelfaserzüge zwischen den Enden der Cloakenmuskeln.
mg Mantelgefäße.
ms Muskelfibrillen.
ms' Muskelzellstrang (= BROOKS' „muscular tubes" im Salpenstolo).
mt Mundtentakeln (bei *P. Agassizi* und *spinosum*).
mz Muskelzellen.
n Ganglion.
n' Nervenstrang des Stolos, Nervenfortsatz der Knospe.
n_1—n_8 die 8 dem Ganglion entspringenden Nervenpaare.
np Neuroporus.
nr primäres Nervenrohr, Seitennerven SALENSKY's.
o Ei.
oe Oesophagus.
ov Ovidukt.
pb Peribranchialräume.
pb' Peribranchialstrang, Peribranchialröhren des Stolos bezw. Peribranchialfortsatz der Knospe.
pbö Peribranchialöffnungen des Cyathozooids.
pc Pericardium.
pc' Pericardialstrang des Stolos, bezw. Pericardialfortsatz der Knospe.
ph Porocyten.
pmz Pigmentzellen.
rdm, $r_1 m$ Radiärmuskelfasern am circumoralen Schlundepithel.
rm Ringmuskelzüge um den Schlund.
rz Rückenzapfen.
sd Subneuraldrüse, sogenannte Hypophysisdrüse.
sl Samenleiter.
st Stolo.
sth Stockhöhle — gemeinsame Cloacalhöhle.
vb Ventralmuskelbündel.
vt Ventraltentakel der Mundöffnung.

Bei Schnitten ist das Ektoderm mit blauem, das Entoderm mit braunem, das Mesoderm mit gelbrotem Ton angegeben.

Tafel XXXIII.

(Tafel I.)

Fig. 1—10. Aufeinander folgende Knospenstadien am Stolo prolifer von *P. Agassizi*.
Fig. 1—9 1:100, Fig. 10 1:45.



Taf. I.
Pyrosoma Agassizi.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

UNIVERSITY OF ILLINOIS

Tafel XXXIV.

(Tafel II.)

Tafel XXXIV.

(Tafel II.)

P. Agassizi.

Fig. 1 u. 2. Querschnitte durch den Taf. XXXIII, Fig. 1 dargestellten Stolo prolifer.

„ 3. Querschnitt durch den Taf. XXXIII, Fig. 2 „ „ „

„ 4. Querschnitt durch den Taf. XXXIII, Fig. 3 „ „ „

„ 5—9. Querschnittserie durch ein Knospenstadium, welches zwischen den Taf. XXXIII, Fig. 4 u. 5 dargestellten Stadien liegt.

„ 10 u. 11. Querschnitte durch ein Knospenstadium, welches etwa dem Taf. XXXIII, Fig. 5 dargestellten entspricht.

„ 12 u. 13. Querschnitte durch ein Knospenstadium, welches zwischen den Taf. XXXIII, Fig. 5 u. 6 gezeichneten Stadien liegt.

„ 14 u. 15. Querschnitte durch das Taf. XXXIII, Fig. 6 dargestellte Knospenstadium.

„ 16 u. 17. Querschnitte durch das Taf. XXXIII, Fig. 7 dargestellte Knospenstadium.

Alle Figuren 1:300. Die Schnitte sind stets distal-proximal angeordnet.

Neumann del. Werner u. Winter, Frankfurt a/M.

Taf. II.
Pyrosoma Agassizi.

Tafel XXXV.

(Tafel III.)

Tafel XXXV.

(Tafel III.)

P. Agassizi.

Fig. 1—6. Querschnittserie durch das Taf. XXXIII, Fig. 7 dargestellte Knospenstadium.

„ 7—9. Querschnitte durch den „Stiel“ (die proximale, jüngere Knospe) des Taf. XXXIII, Fig. 8 gezeichneten Knospenstadiums.

„ 10. Frontaler Längsschnitt durch das Taf. XXXIII, Fig. 7 dargestellte Knospenstadium.

Alle Figuren 1:300.

Taf. III.
Pyrosoma Agassizi.

Tafel XXXVI.

(Tafel IV.)

Tafel XXXVI.

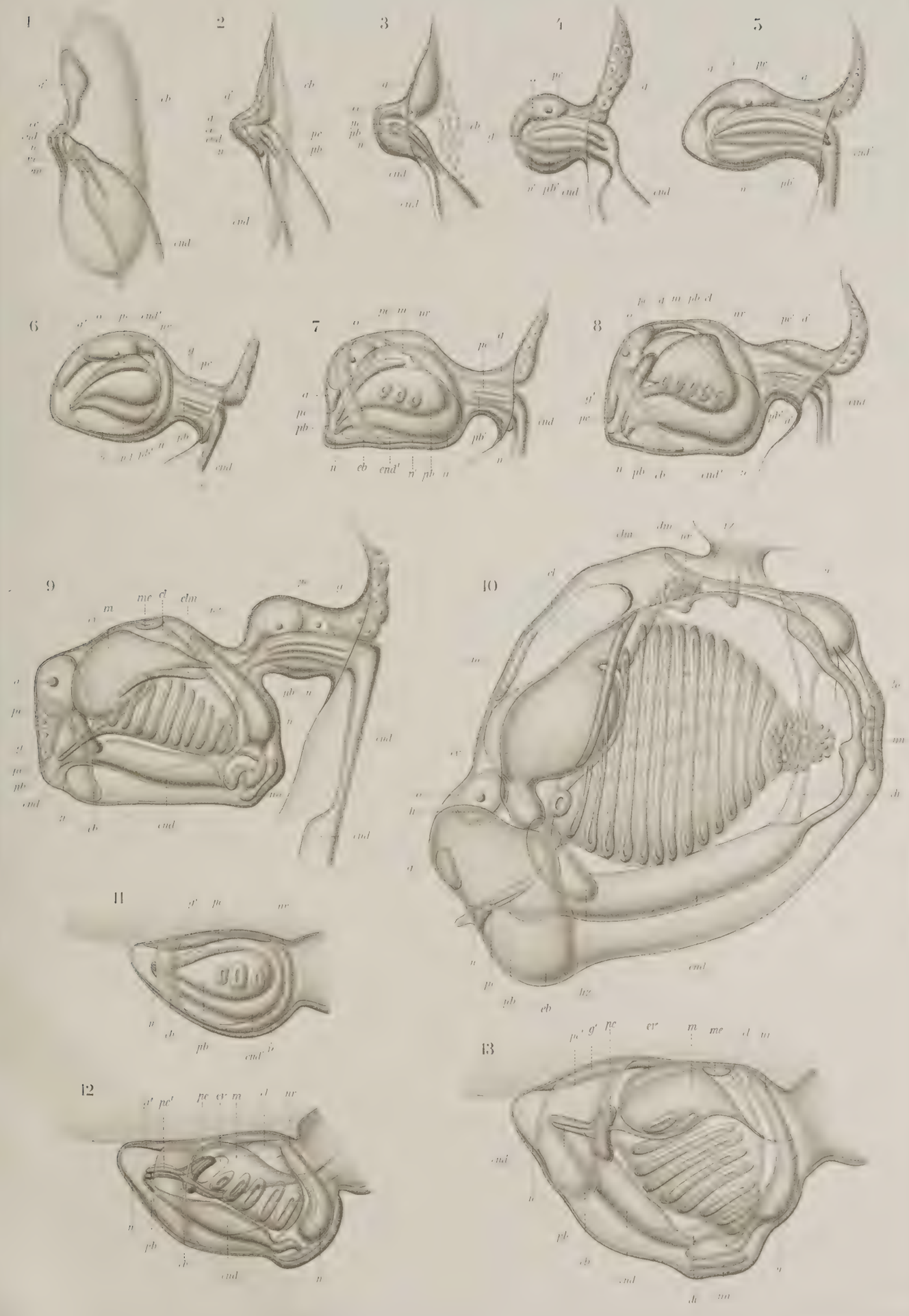
P. giganteum.

(Tafel IV.)

Fig. 1—10. Aufeinander folgende Knospenstadien am Stolo prolifer von *P. giganteum.*

„ 11—13. Drei aufeinander folgende jüngere Primärknospenstadien vom Stolo prolifer des Cyathozooids von *P. giganteum.*

Alle Figuren 1 : 100.



Taf. IV.
Pyrosoma giganteum.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel XXXVII.

(Tafel V.)

Tafel XXXVII.

(Tafel V.)

P. Agassizi und *P. giganteum.*

Fig. 1. Querschnitt durch den distalen Abschnitt der Taf. XXXIII, Fig. 9 gezeichneten Knospe von *P. Agassizi.*

„ 2. Querschnitt durch den distalen Abschnitt eines Knospenstadiums von *P. Agassizi,* welches etwas älter als das Taf. XXXIII, Fig. 9 gezeichnete ist.

„ 3 u. 4. Querschnitte durch den Taf. XXXVI, Fig. 2 dargestellten Stolo

„ 5. Querschnitt durch den Taf. XXXVI, Fig. 4 dargestellten Stolo

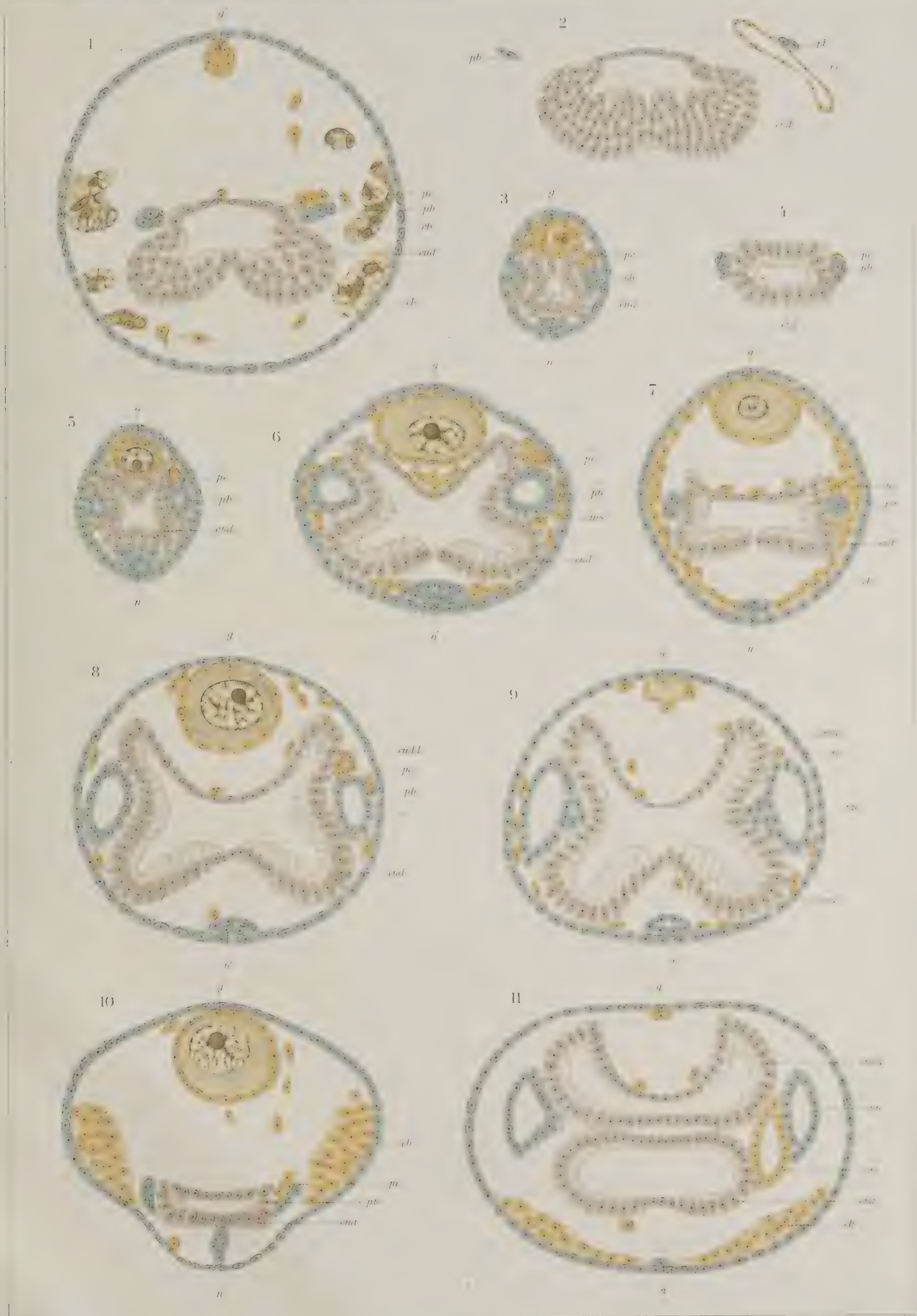
„ 6. Querschnitt durch das Taf. XXXVI, Fig. 5 dargestellte Knospenstadium

„ 7—9. Querschnitte durch das Taf. XXXVI, Fig. 6 gezeichnete Knospenstadium

„ 10 u. 11. Querschnitte durch das Taf. XXXVI, Fig. 8 dargestellte Knospenstadium.

} von *P. giganteum.*

Alle Figuren 1 : 300. Schnittanordnung distal-proximal



Neumann del. Werner u. Winter, Frankfurt a/M.

Taf. V.
Fig. 1 u. 2 Pyrosoma Agassizi; Fig. 3-11 Pyrosoma giganteum.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel XXXVIII.

(Tafel VI.)

Tafel XXXVIII.

(Tafel VI.)

P. giganteum.

Fig. 1 u. 2. Querschnitte durch das Taf. XXXVI, Fig. 8 dargestellte Knospenstadium. 1:300.

„ 3. Querschnitt durch das distale Ende des Taf. XXXVI, Fig. 10 dargestellten Knospenstadiums. 1:300.

„ 4. Frontaler Längsschnitt durch das distale Ende eines Knospenstadiums, welches etwas älter ist als das Taf. XXXVI, Fig. 9 dargestellte. 1:200.

„ 5. Querschnitt durch das distale Ende einer zungenförmigen Keimscheibe, welche etwas jünger ist als die von KOWALEVSKY (1875) Fig. 36 gezeichnete.

„ 6 u. 7. Querschnitte durch eine Primärknospe aus einer Ascidiozooidenkette (Stolo eines Cyathozooids), welche etwa dem Stadium F—G bei SALENSKY entspricht.

„ 8—11. Querschnittserie durch eine proximale Primärknospe, welche etwa der Taf. XXXVI, Fig. 11 dargestellten distalen entspricht, aus einer Ascidiozooidenkette, welche etwa dem Stadium Ga bei SALENSKY gleicht.

„ 12—14. Querschnitte durch eine distale Primärknospe aus einer Ascidiozooidenkette, welche dem Stadium G—H bei SALENSKY entspricht.

Fig. 5—14 1:200. Alle Schnitte von Serien sind distal-proximal angeordnet.

Neumann del. Werner u. Winter Frankfurt a/M.

Taf. VI.
Pyrosoma giganteum.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel XXXIX.

(Tafel VII.)

Tafel XXXIX.

(Tafel VII.)

P. giganteum.

Fig. 1—3. Querschnitte durch eine distale Primärknospe aus einer Ascidiozooidenkette, welche dem Stadium G—H bei Salensky entspricht. Fortsetzung von Taf. XXXVIII, Fig. 12—14. Nur die dorsalen Teile sind dargestellt.

„ 4—7. Querschnitte durch eine distale Primärknospe aus einer etwa jüngeren Ascidiozooidenkette, welche etwa dem Stadium G bei Salensky und Kowalevsky Fig. 46 entspricht.

„ 8—15. Querschnitte durch die zweite proximale Primärknospe, welche etwas jünger als die Taf. XXXVI, Fig. 12 dargestellte distale ist, aus einer Ascidiozooidenkette, welche dem Stadium H bei Salensky entspricht.

„ 16 u. 17. Querschnitte durch den distalen Teil der dritten (vorletzten) Primärknospe, welche der Taf. XXXVI, Fig. 12 dargestellten distalen entspricht, aus einer Ascidiozooidenkette, welche zwischen den Stadien H und J bei Salensky liegt.

„ 18. Querschnitt durch den distalen Teil einer distalen Primärknospe, aus einer Ascidiozooidenkette, welche dem Stadium J bei Salensky entspricht.

„ 19—22. Querschnitte durch den Taf. XL, Fig. 16 dargestellten vorderen Teil einer jungen Keimscheibe (etwas jünger als die Fig. 28 bei Kowalevsky dargestellte).

„ 23—26. Querschnitte durch den Taf. XL, Fig. 17 dargestellten vorderen Teil einer etwas älteren Keimscheibe (etwas älter als die Fig. 28 bei Kowalevsky dargestellte).

Fig. 1—18 1:200; Fig. 14—26 1:100.

Taf. VII.
Pyrosoma giganteum.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Tafel XL.

(Tafel VIII.)

Tafel XL.

(Tafel VIII.)

P. giganteum und *P. Agassizi.*

Fig. 1—5. Querschnitte durch den Taf. XL, Fig. 18 dargestellten vorderen Teil einer älteren Keimscheibe (etwas älter als die Fig. 30 bei KOWALEVSKY dargestellte).

„ 6—10. Querschnitte durch den Taf. XL, Fig. 19 dargestellten vorderen Teil einer älteren Keimscheibe (etwas jünger als die Fig. 36 bei KOWALEVSKY dargestellte).

„ 11—15. Querschnitte durch den Taf. XL, Fig. 20 dargestellten vorderen Teil einer älteren Keimscheibe (welche der Fig. 36 bei KOWALEVSKY dargestellten entspricht).

Fig. 1—15 1 : 100.

„ 16—20. Fünf Entwickelungsstadien der Cloacalöffnung des Cyathozooids, welche den Schnitten Taf. XXXIX, Fig. 19—26, Taf. XL, Fig. 1—15 entsprechen. 1 : 150.

„ 21. Einer jener „Flecke" (Gruppe degenerierter Zellen?) aus der Peribranchialwand von *P. giganteum.* 1 : 240.

„ 22. Teil des dorsalen Muskelbündels von *P. Agassizi.* 1 : 200.

„ 23. Nervenendigung des 7. Nerven am Dorsalende des Cloakenmuskels bei einem Ascidiozooide von *P. Agassizi* ohne Mantelgefäße. 1 : 100. *Uebergang der Nerven- in die Muskelfasern.

„ 24. Nervenendigungen des 7. Nerven am Dorsalende des Cloakenmuskels bei einem Ascidiozooide von *P. Agassizi* mit Mantelgefäß. 1 : 100. *mf* Muskelfasern, *nf* Nervenfasern, *np* plattenförmige Verbreiterungen der Nervenfasern beim Ansatz an die Muskelfasern.

Taf. VIII.
Fig. 1-21 Pyrosoma giganteum; Fig. 22 24 Pyrosoma Agassizi.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Tafel XLI.

(Tafel IX.)

Tafel XLI.

(Tafel IX.)

P. verticillatum und *P. Agassizi.*

Fig. 1. Erwachsenes Ascidiozooid von *P. verticillatum.* 1 : 30.

„ 2. Wanderknospe von *P. verticillatum* mit Phorocyten *(ph).* 1 : 75.

„ 3. Darmtraktus von *P. Agassizi* mit pigmentiertem Oesophagus und Magengrunde. 1 : 30.

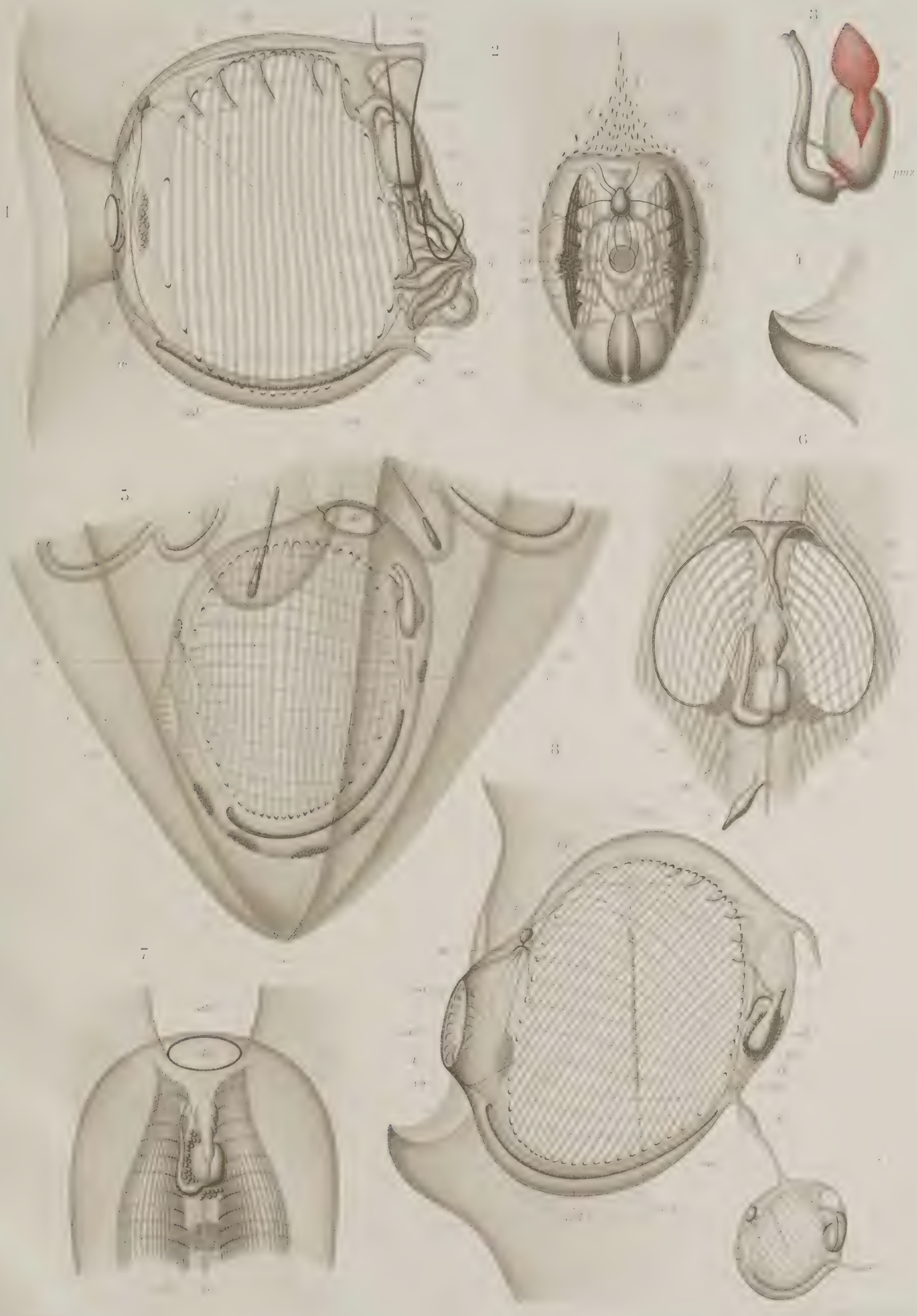
„ 4. Ventraler Mantelfortsatz von *P. Agassizi* (von rechts oben gesehen). 1 : 20.

„ 5. Spitze einer jungen, 5 cm langen Kolonie von *P. Agassizi* mit nur einem und zwar merkwürdig umgebildeten Ascidiozooid. 1 : 20.

„ 6. Cloacalöffnung von *P. Agassizi* mit Dorsalzipfel (Rückansicht). 1 : 20.

„ 7. Rückansicht des in Fig. 5 gezeichneten, eigenartig umgebildeten Ascidiozooids aus der Spitze einer Kolonie von *P. Agassizi.* 1 : 20.

„ 8. Erwachsenes Ascidiozooid von *P. Agassizi.* 1 : 20.



Taf. IX.
Fig. 1 u. 2 Pyrosoma verticillatum nov. spec.; Fig. 3-8 Pyrosoma Agassizi.

Tafel XLII.

(Tafel X.)

Tafel XLII.

(Tafel X.)

P. spinosum und *P. atlanticum.*

Fig. 1. Altes Ascidiozooid von *P. spinosum.* 1 : 16.

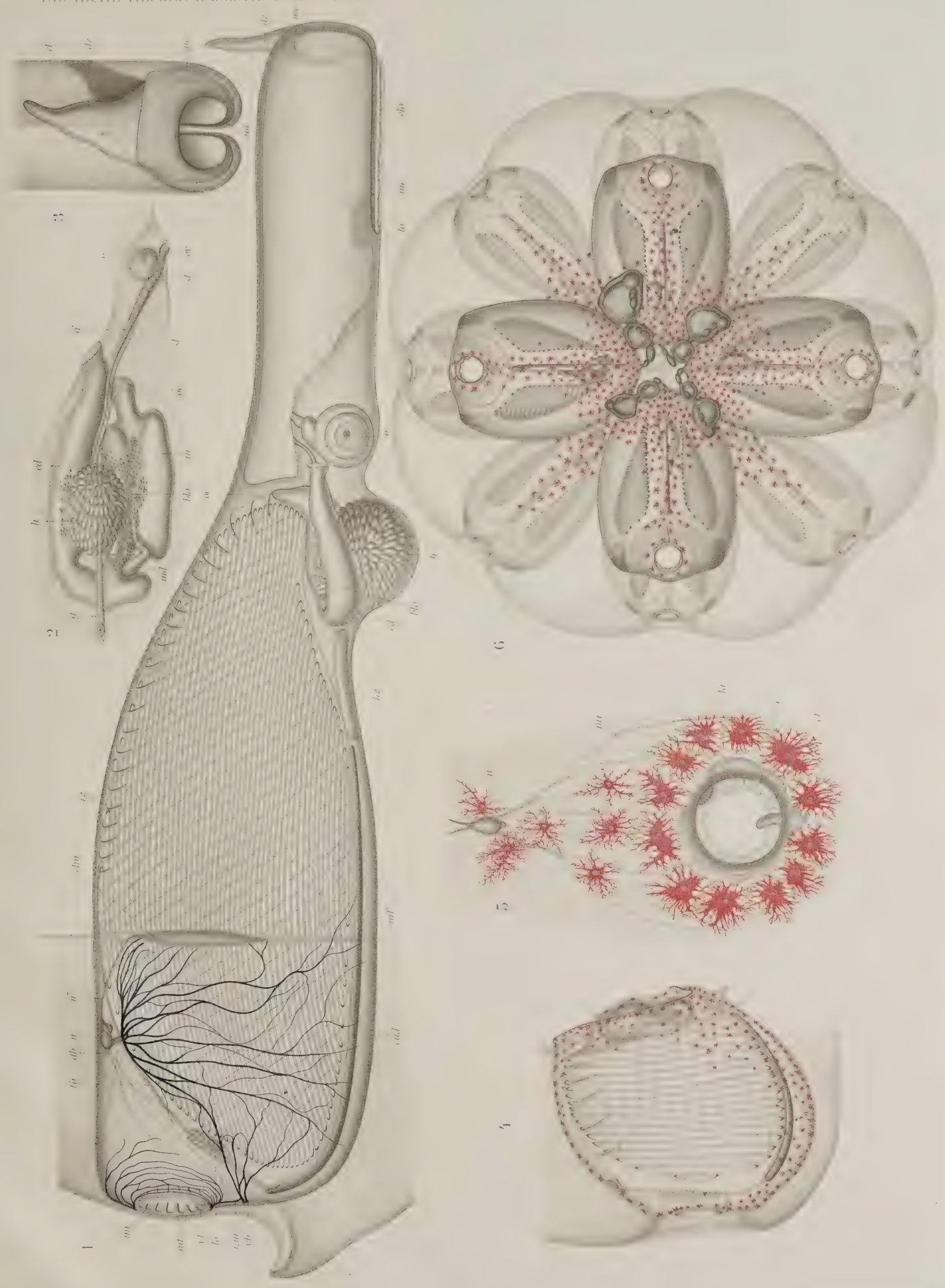
„ 2. Darmtraktus und Geschlechtsorgane eines jungen Ascidiozooids von *P. spinosum* von der Ventralseite. 1 : 20.

„ 3. Cloacalöffnung von *P. spinosum.* Aufsicht. 1 : 16.

„ 4. Ascidiozooid von *P. atlanticum* von der Seite, mit Pigmenten. 1 : 25.

„ 5. Mundfeld und Stirnfläche eines Ascidiozooids von *P. atlanticum* mit Pigmenten. 1 : 45.

„ 6. Die 4 Primärascidiozooide und 8 Ascidiozooide der zweiten Etage einer jungen, 1 cm langen Kolonie von *P. atlanticum*, von der Ventralseite. 1 : 20.



Taf. X.
Fig. 1-3 Pyrosoma spinosum; Fig. 4-6 Pyrosoma atlanticum.

Verlag von Gu

Tafel XLIII.

(Tafel XI.)

Tafel XLIII.

(Tafel XI.)

P. operculatum, triangulum, giganteum und *Agassizi.*

Fig. 1. Erwachsenes Ascidiozooid von *P. operculatum.* 1 : 20.

„ 2. Erwachsenes Ascidiozooid von *P. triangulum.*

„ 3. Querschnitt durch den Oesophagus von *P. giganteum* (folgende Figur). *up* unpaarer Muskel. 1 : 100.

„ 4. Darmtraktus von *P. giganteum* mit pigmentiertem Oesophagus. 1 : 10.

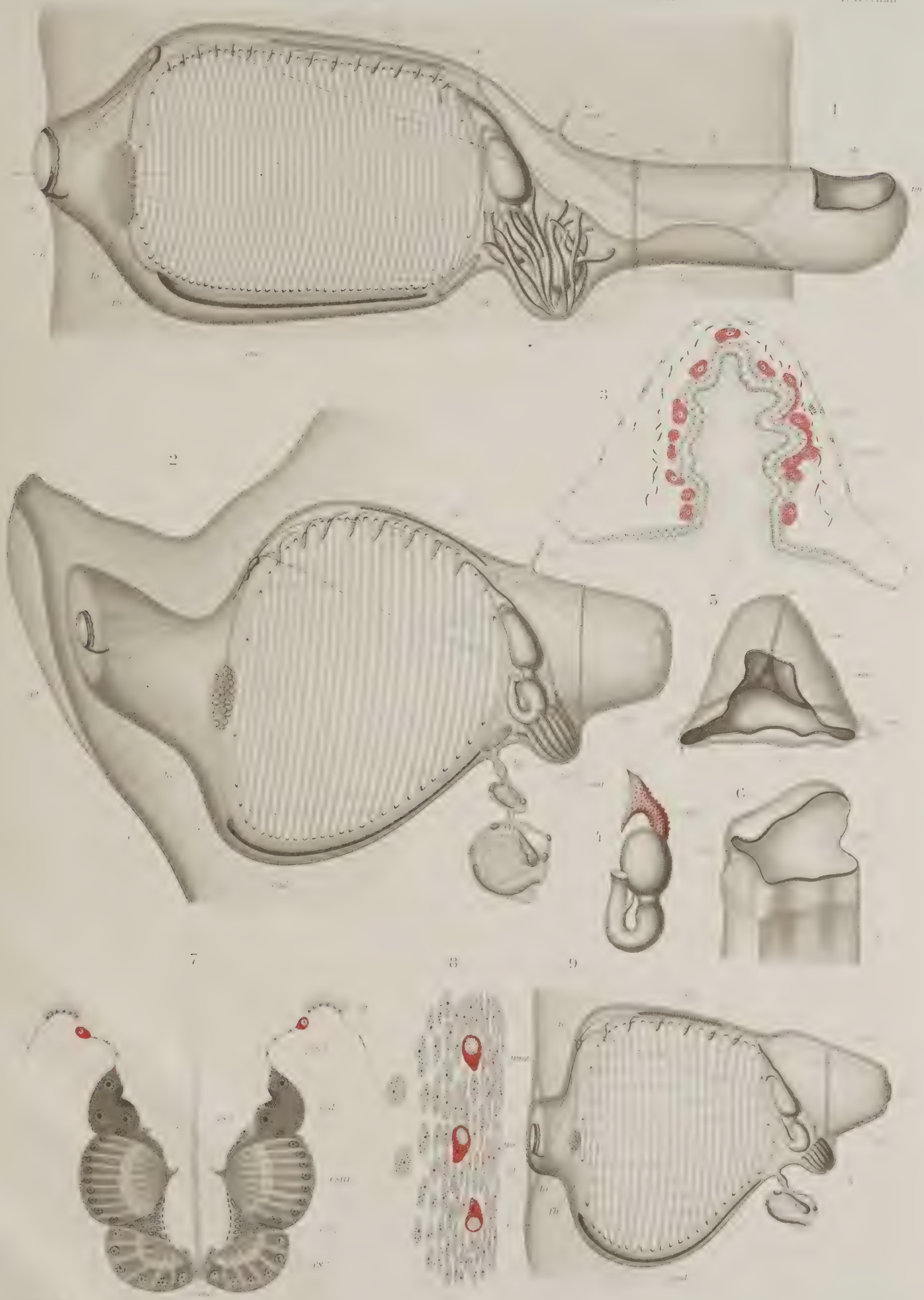
„ 5. Cloacalöffnung von *P. operculatum* bei Aufsicht. Man sieht den dreieckig verengten Querschnitt der Cloake im Hintergrunde. 1 : 30. *Kontur des Querschnittes der Cloake, wo die Cloacalklappe ansetzt. **Engster, weiter proximal gelegener Querschnitt der Cloake (vergl. Fig. 1).

„ 6. Cloacalöffnung von *P. operculatum* von der Dorsalseite. 1 : 25.

„ 7. Querschnitt durch den Endostyl von *P. Agassizi.* 1 : 300. *esd* Dorsalstreifen, *esm* Mittelstreifen, *esmd* Medianstreifen, *esv* Ventralstreifen, *esz* dorsale Zwischenstreifen, *esz'* ventrale Zwischenstreifen.

„ 8. Stück des Flimmerbogens von *P. giganteum* von der Fläche. 1 : 600.

„ 9. Junges Ascidiozooid von *P. triangulum.* 1 : 20.



Taf. XI.

Fig. 1, 5, 6 Pyrosoma operculatum nov. spec.; Fig. 2 u. 9 Pyrosoma triangulum nov. spec.; Fig. 3, 4, 8 Pyrosoma giganteum; Fig. 7 Pyrosoma Agassizi.

Tafel XLIV.

(Tafel XII.)

Tafel XLIV.

(Tafel XII.)

P. verticillatum, aherniosum und *giganteum.*

Fig. 1. 2 cm lange, neunreihige Kolonie von *P. verticillatum.* 1 : $4^1/_2$. Ueber Knospenanordnung vgl. S. 303. Ueber die geschlechtlichen Verhältnisse dieser Kolonie vgl. S. 316. Man sieht zwischen der 1. u. 2. und zwischen der 2. u. 3. Reihe Knospen, in einzelnen Ascidiozooiden das (weiße) Ei.

„ 2. 1,5 cm lange Kolonie von *P. Agassizi.* 1 : 6. Sie zeigt, wie bei dieser Art oft schon in frühen Stadien der Stockbildung die ältesten Etagen durch dazwischen entstehende jüngere Ascidiozooidringe getrennt werden. Die zweitälteste Etage (*II*) liegt, durch jüngere getrennt, fast am offenen Ende der Kolonie. Auch ventral vor den 4 Primärascidiozooiden (*I*) liegen bereits jüngere Tiere. Vgl. S. 301/2.

„ 3. Dreireihige Kolonie von *P. verticillatum* mit 2 Wanderknospen (*wk*) an der linken Seite des mittleren und (im Bilde) linken (Mutter-)Primärascidiozooids (vgl. S. 296 u. 305 ff.). Die ältesten Knospen (*k*) der beiden anderen Primärascidiozooide (des rechten und hinteren Tieres) stehen unmittelbar vor der Abschnürung.

„ 4. 1,7 cm lange, 6-reihige Kolonie von *P. verticillatum.* 1 : 4. Man beachte die charakteristischen breiten Mantelzwischenstücke zwischen den einzelnen Ringen, in denen nirgends Knospen fixiert sind (vgl. S. 390 ff.).

„ 5—10. Verschiedene aufeinanderfolgende Stadien der Stockbildung (zu S. 296 ff.). Fig. 6—10 vom offenen Ende der Kolonie gesehen. Alle Figuren 1 : 12.

„ 5. Erwachsene Viererkolonie von *P. giganteum* von der Ventralseite, der Spitze der zukünftigen Kolonie. Man sieht 4 abschnürungsfähige Knospen am Stolo.

„ 6. Junge Kolonie von $1^1/_2$ Etagen, d. h. 4 Primärascidiozooide (*Pa*) in der 1. Reihe und 4 Tochterascidiozooide 1. Ordnung (*1*) im Zwischenraume links vom Muttertier eine zweite Etage aufbauend. *P. verticillatum.*

„ 7. Junge Kolonie von $1^3/_4$ Etagen, d. h. die zweite Etage besteht aus 4 älteren Tochterascidiozooiden erster und 2 jüngeren eben erst fixierten Wanderknospen zweiter Ordnung. Die beiden noch fehlenden, in der Figur nicht sichtbaren Knospen 2. Ordnung sind bereits abgeschnürt und haben schon den halben Weg zurückgelegt. *P. verticillatum.*

„ 8. Junge Kolonie von 2 Etagen. Die 4 älteren Tochterascidiozooide 1. Ordnung (1) unterscheiden sich noch deutlich in der Größe von den 4 jüngeren 2. Ordnung (*2*). *P. giganteum.*

„ 9. Junge Kolonie von $2^1/_2$ Etagen. 4 Wanderknospen 3. Ordnung (*3*) haben sich in einer 3. Etage rechts (Ausnahmestellung, vgl. S. 299) neben dem ältesten Schwestertier (1. Ordnung) fixiert. *P. verticillatum.*

„ 10. Junge Kolonie von 3 Etagen (vgl. Fig. 3). 4 Wanderknospen 4. Ordnung haben die 3. Etage (mit 8 Ascidiozooiden) vollendet. Sie sind in der Größe noch von den Ascidiozooiden 3. Ordnung zu unterscheiden. *P. giganteum. Pa* = Primärascidiozooide; *1, 2, 3, 4* = Knospen 1.—4. Ordnung; *I, II, III* = 1., 2., 3. Etage dem Alter nach.

Fig. 1.

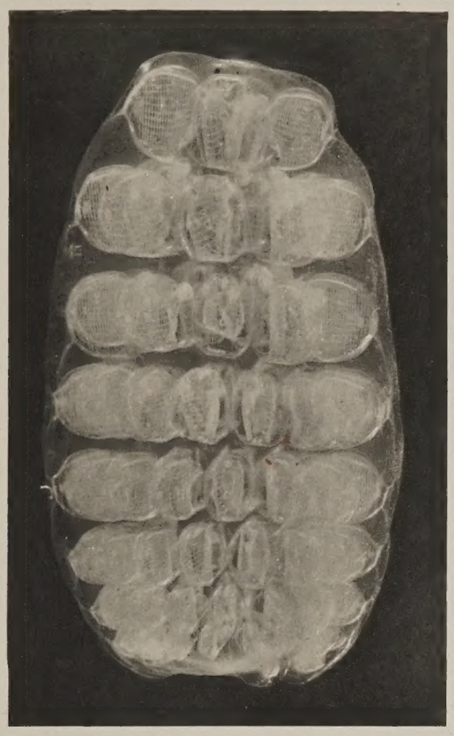


Fig. 2.

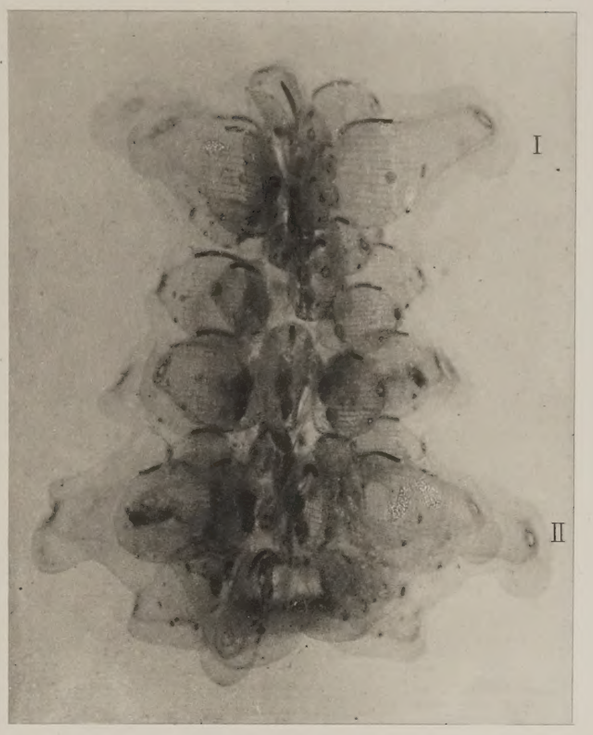


Fig. 3.

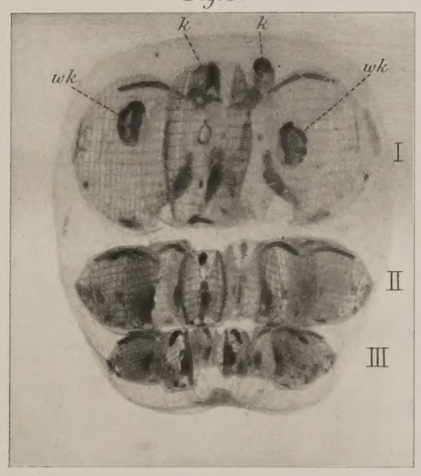


Fig. 5.

Fig. 6.

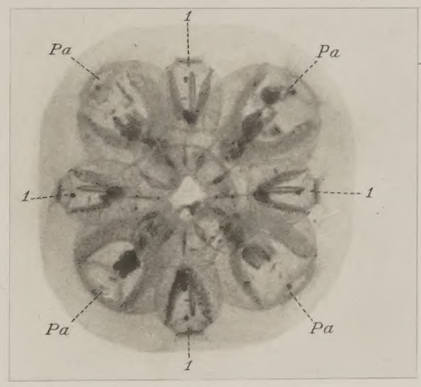


Fig. 8.

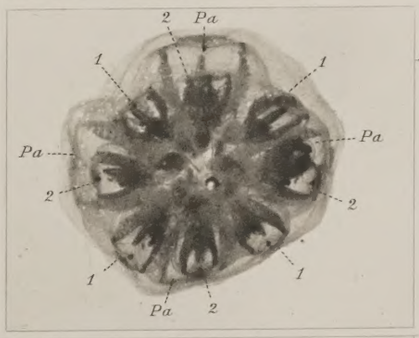


Fig. 7.

Fig. 4.

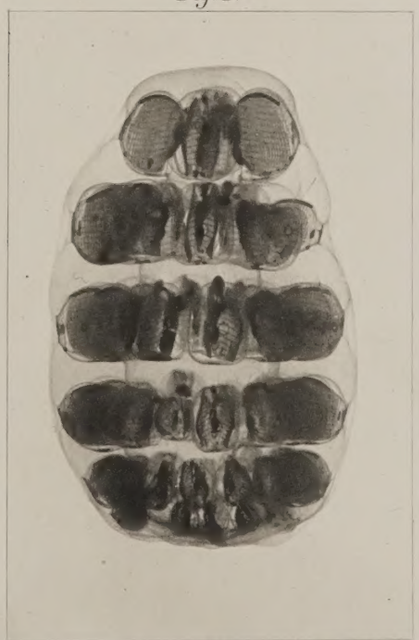


Fig. 10.

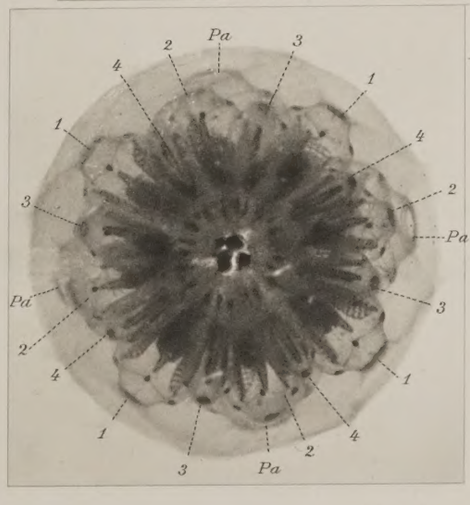
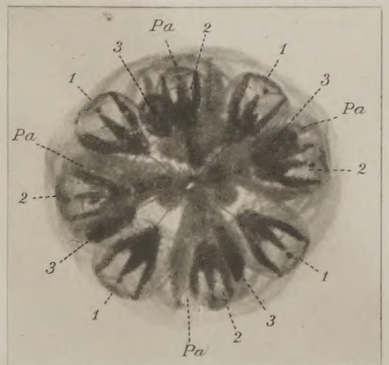


Fig. 9.



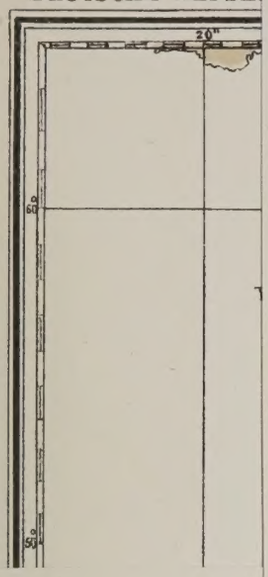
Dr. Zetzsche phot.

Taf. XII.

Fig. 1, 3, 4, 6 – 9 P. verticillatum, Fig. 2 P. aherniosum, Fig. 5 u. 10 P. giganteum.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

DEUTSCHE TIEFSE



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

DEUTSCHE TIEFSEE-EXPEDITION.

Reiseweg der „Valdivia"

vom 1. August 1898 bis zum 1. Mai 1899.

Zeichenerklärung.

—(15)— *Stationen*

3920 *Tiefen in Meter*

2/III *Datum*

——— *Reiseweg*

△ P. Agassizi	⊖ P. giganteum
□ P. spinosum	⊕ P. aherniosum
○ P. verticillatum	◎ P. operculatum
◐ P. atlanticum	◉ P. triangulum

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

P. Weise, Lith., Jena.